



TUGAS AKHIR - EE 184801

***UNMANNED SURFACE VEHICLE* UNTUK PEMETAAN
KEDALAMAN AIR MENGGUNAKAN NAVIGASI GPS**

Rikho Yusuf Abadi
NRP 07111645000006

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - EE 184801

***UNMANNED SURFACE VEHICLE UNTUK PEMETAAN
KEDALAMAN AIR MENGGUNAKAN NAVIGASI GPS***

Rikho Yusuf Abadi
NRP 07111645000006

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - EE 184801

UNMANNED SURFACE VEHICLE FOR WATER DEPTH MAPPING USING GPS NAVIGATION

Rikho Yusuf Abadi
NRP 07111645000006

Advisor
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "*Unmanned Surface Vehicle untuk Pemetaan Kedalaman Air Menggunakan Navigasi GPS*" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 08 Januari 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rikho Yusuf Abadi', with a small '74' written to its upper right.

Rikho Yusuf Abadi
NRP 07111645000006

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**UNMANNED SURFACE VEHICLE UNTUK PEMETAAN
KEDALAMAN AIR MENGGUNAKAN NAVIGASI GPS**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
NIP. 196904261994031003

Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198103252010121002



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

UNMANNED SURFACE VEHICLE UNTUK PEMETAAN KEDALAMAN AIR MENGGUNAKAN NAVIGASI GPS

Nama : Rikho Yusuf Abadi
Pembimbing I : Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Pembimbing II : Astria Nur Irfansyah, S.T., M. Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang hampir pasti terjadi pada saat datangnya musim penghujan. Salah satu faktor penyebab terjadinya banjir adalah pendangkalan danau dan sungai, sehingga tidak dapat menampung volume air pada saat musim hujan. Untuk itu diperlukan pengerukan danau dan sungai apabila volume air sudah tidak dapat ditampung. Pada penelitian kali ini diperlukan sebuah alat atau wahana yang dapat mengukur dan memetakan kedalaman perairan secara otomatis. Sehingga dapat menggantikan posisi manusia, mempermudah pekerjaan manusia, serta mengurangi *human error* dalam memetakan perairan. *Unmanned Surface Vehicle* (USV) adalah wahana kendaraan berbentuk kapal yang dapat dioperasikan diatas permukaan air tanpa awak. Agar USV dapat berjalan secara otomatis, maka digunakan Global Positioning System (GPS) untuk mengetahui keberadaan USV. GPS yang digunakan adalah tipe ublox neo 7m. Sensor inframerah GP2Y0A710K0F digunakan untuk mengetahui kedalaman perairan. Mikrokontroler yang digunakan adalah ArdupilotMega karena memiliki beberapa fitur berupa akselerometer, barometer, gyrometer dan magnetometer. USV dalam penelitian ini dapat memetakan kedalaman air dengan menggunakan navigasi GPS yang diberikan pada ardupilot mega dengan ketinggian air minimal 0 cm dan maksimal 5.5 m. Jarak antara lokasi yang dikirim GPS dengan lokasi sesungguhnya bergeser sejauh 30cm. USV ini mampu mengirimkan data-data tersebut secara *real time*.

Kata Kunci : Ardupilot mega, navigasi *waypoint*, pemetaan air, sensor inframerah.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

UNMANNED SURFACE VEHICLE FOR WATER DEPTH MAPPING USING GPS NAVIGATION

Name : Rikho Yusuf Abadi

Advisor 1st : Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.

Advisor 2nd : Astria Nur Irfansyah, S.T., M. Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Floods are natural disasters that almost certainly occur during the arrival of the rainy season. One of the factors causing flooding is siltation of lakes and rivers, so that it cannot accommodate the volume of water during the rainy season. For this reason, dredging of lakes and rivers is needed if the volume of water cannot be accommodated. In this research, a tool or vehicle is needed that can automatically measure and map water depth. So that it can replace human position, facilitate human work, and reduce human error in mapping waters. Unmanned Surface Vehicle (USV) is a vehicle in the form of a ship that can be operated on the surface of the water without crew. In order for USV to run automatically, the Global Positioning System (GPS) is used to determine the whereabouts of USV. The GPS used is the type of ublox neo 7m. The GP2Y0A710K0F infrared sensor is used to determine the depth of the water. The microcontroller used is ArdupilotMega because it has several features in the form of accelerometers, barometers, gyrometers and magnetometers. USV can water depth mapping using GPS navigation provided on mega ardupilot with a minimum water level of 0 cm and a maximum of 5.5 m. The distance between locations sent by GPS and the actual location shifts as far as 30cm. USV is able to send these data in real time.

Keywords : Ardupilot mega, water mapping, infrared sensor, waypoint navigation.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul **“UNMANNED SURFACE VEHICLE UNTUK PEMETAAN KEDALAMAN AIR MENGGUNAKAN NAVIGASI GPS”** dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Strata-1 pada Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penelitian ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan dan kerjasama dari berbagai pihak kendala tersebut dapat diatasi. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih, rasa hormat dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T. dan Bapak Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang memberikan inspirasi, bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis selama mengerjakan dan merealisasikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Bapak Ir. Harris Pringadi, MT., Bapak Dr. Eng. Ir. Totok Mujiono, M.Ikom., dan Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D. selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir yang telah banyak memberikan saran, arahan dan masukan.
3. Bapak Dr. Eng Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro-ITS.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro, khususnya dosen-dosen bidang studi Elektronika yang telah membimbing dan membekali ilmu selama menempuh pendidikan di kampus tercinta, kampus perjuangan, kampus tradisi juara Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Keluarga penulis khususnya bapak Amiran dan ibu Erni Yulifah S.Sos, mas Sandi Yudha Arganata S.E, dan mbak Isti Yulianti S.Sos, yang selalu memberikan semangat, motivasi, perhatian, kasih sayang, dukungan baik materil maupun moril serta mendoakan penulis agar diberi kelancaran dalam menempuh perkuliahan.

6. Pendamping penulis Desi Puspaningrum A.Md. Kep., yang selalu meluangkan waktunya untuk menerima keluhan, memberi semangat, motivasi, dukungan, perhatian, dan doa yang tiada henti kepada penulis demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Rekan-rekan Lintas Jalur Elektro ITS 2016, terima kasih atas bantuan, kebersamaan, dukungan, motivasi tiada henti serta membantu proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan penghuni Laboratorium Elektronika Industri B-402 yang banyak membantu, selalu memberi kritik, motivasi dan dukungan selama pengerjaan penelitian tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan ARMAGEDDON '12 D3 Teknik Elektro ITS yang selalu memberi motivasi dan dukungan selama pengerjaan penelitian tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Semoga Allah S.W.T selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.

Seperti kata pepatah, “Tiada gading yang tak retak.” penulis menyadari bahwa pembuatan dan penyusunan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bentuk perbaikan untuk proyek akhir ini kedepannya. Penulis berharap semoga proyek akhir ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, 08 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Laporan.....	5
1.7 Relevansi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Unmanned Surface Vehicle (USV)</i>	7
2.2 Modul Arduino Uno.....	8
2.3 Modul Ardupilot Mega	8
2.4 Platform Kapal dengan Lambung Katamaran	10
2.5 Mekanik Kemudi Kapal	11
2.1.1 <i>Rudder</i> Kapal.....	11
2.1.2 <i>Propeller</i> Kapal	12
2.6 Aktuator Kendali Kapal	13
2.6.1 Motor <i>Brushless</i> DC (BLDC).....	13
2.6.2 Motor Servo DC	14
2.6.3 <i>Electronic Speed Control</i>	15
2.7 Cara Mengukur Kedalaman	16
2.8 Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F	16
2.9 Navigasi <i>Waypoint</i>	18
2.10 Global Positioning System (GPS).....	20
2.11 UBLOX NEO-M6N.....	21

2.12	Baterai LiPo (Lithium Polymer)	21
2.13	Kontrol PID (Proportional Integral Derivative).....	22
2.13.1	Kendali Proporsional.....	23
2.13.2	Kendali Integral	23
2.13.3	Kendali Derivatif	24
2.14	Regresi Polinomial	24
2.15	PyCharm.....	24
2.16	K-Nearest Neighbour.....	25
2.17	Normalisasi.....	25
2.18	Tinjauan Pustaka.....	26
2.18.1	Pembangunan Sistem Penentuan Posisi Navigasi Berbasis Sistem <i>Unmanned Surface Vehicle</i> (USV) untuk Survei Batimetri	26
2.18.2	Rancang Bangun Sistem Kedalaman Sungai	26
2.18.3	<i>An Unmanned Surfaced Vehicle for Water Quality Monitoring</i>	27
2.18.4	Studi Perancangan Steering Sistem Pada Unmanned Surface Attack Boat 9 Meter Berbasis Microcontroler ..	27
2.18.5	<i>Roboat – building Unmanned Surfaced Vessels from RC Motorboats</i>	27
2.18.6	<i>The Small Hydrography Marine Boundary Boat (Shumoo) For Mapping Bathymetry Of Shallow Water Area</i>	28
2.18.7	Perancangan Sistem Navigasi pada Kapal (MCST-1 SHIP AUTOPILOT) untuk Mendukung Sistem Autopilot	28
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		29
3.1	Unmanned Surface Vehicle	29
3.1.1	Perancangan Mekanik	30
3.1.2	Perancangan USV Data Acquisition & Motion Control ...	35
3.1.3	Perancangan Sensor Kedalaman	37
3.1.4	Perancangan Modul GPS dan IMU	37
3.2	Pengaturan Gerakan USV.....	39
3.3	Ground Control Station.....	41
3.3.1	Perancangan Navigasi Waypoint dan Manual	41
3.4	Peta Perairan	44
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		47
4.1	Pengujian Lambung Kapal	49

4.2	Pengujian Sistem Aktuator.....	49
4.3	Pengujian Sensor GPS Ublox Neo M7	52
4.4	Pengujian Navigasi <i>Waypoints</i> Ardupilot Mega	53
4.5	Pengujian Sensor Jarak Pada Saat Di Udara	55
4.6	Pengujian Sensor Jarak Pada Saat Di Air.....	55
4.7	Pengujian Komunikasi <i>Radio Telemetry</i>	62
4.8	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	62
BAB V PENUTUP.....		67
4.1	Kesimpulan	67
4.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		73
1.	Proses Perancangan Lambung Kapal	73
2.	Pengujian Beban Kapal.....	76
3.	Tabel Pengujian Sensor Sharp GP2Y0A710K0F di Median Udara.....	80
4.	Data Hasil Pemetaan Danau 8.....	83
5.	Program pada Arduino Uno	85
6.	Program Pemetaan PyCharm	87
7.	Tampilan Pengaturan <i>Waypoint</i>	89
8.	Datasheet ArdupilotMega 2.6	91
9.	Datasheet Arduino Uno.....	92
10.	Datasheet Motor Brushless DC SunnySky X2216 880kV	95
11.	Datasheet Motor Servo Power-HD LF 20MG	97
12.	Datasheet ESC FlyColor 30A	100
13.	Datasheet Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F.....	104
14.	Datasheet GPS Ublox Neo 6M	108
15.	Datasheet Telemetri 3DR.....	110
RIWAYAT HIDUP.....		113

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 1.1 Pengukuran Kedalaman Perairan	1
Gambar 2.1. Modul Arduino Uno.	8
Gambar 2.2. Konstruksi ArdupilotMega.....	9
Gambar 2.3 <i>Mission Planner</i>	10
Gambar 2.4 Kapal dengan Jenis Lambung Katamaran	10
Gambar 2.5 Jenis Kemudi Pada Kapal.....	11
Gambar 2.6 Posisi Baling-Baling Pada Kapal.....	12
Gambar 2.7 BLDC Motor	13
Gambar 2.8 Konstruksi BLDC Motor.....	13
Gambar 2.9 Motor Servo	14
Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor Servo.	15
Gambar 2.11 Electronic Speed Controler	15
Gambar 2.12 Skema rangkaian ESC	15
Gambar 2.13 Contoh Pengukuran Menggunakan Sensor Inframerah.....	16
Gambar 2.14 Blok Diagram GP2Y0A710K0F	17
Gambar 2.15 Grafik Sharp GP2Y710K0F Perbandingan Jarak Terhadap Tegangan.....	18
Gambar 2.16 Penggambaran Titik Target Terhadap Objek	19
Gambar 2.17 Ilustrasi Satelit GPS	20
Gambar 2.18 GPS UBLOX NEO-M6N.....	21
Gambar 2.19 Baterai Lipo.....	22
Gambar 2.20 Diagram Blok kontrol PID	23
Gambar 2.21 Logo PyCharm	24
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3.2 Diagram Blok USV	30
Gambar 3.3 Desain Lambung Kapal	31
Gambar 3.4 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Atas	32
Gambar 3.5 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Belakang.....	33
Gambar 3.6 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Depan	33
Gambar 3.7 Kerangka Lambung Kapal.....	34
Gambar 3.8 Lambung Kapal yang Telah Jadi.....	34

Gambar 3.9 Desain dan Realisasi Penempatan <i>Rudder</i> dan <i>Propeller</i> pada Kapal.	35
Gambar 3.10 Desain dan Realisasi Perancangan Sistem Kemudi Kapal.....	35
Gambar 3.11 (a) Blok Diagram <i>Motion Control</i> pada USV (b) Blok Diagram Akuisisi Data USV	36
Gambar 3.12 Perancangan Modul Sensor pada Arduino Uno	38
Gambar 3.13 Perancangan Modul GPS dengan Arduino Uno	38
Gambar 3.14 Pengaturan Gerakan USV	39
Gambar 3.15 Pengaturan Parameter Kendali PID	39
Gambar 3.16 Perancangan Modul Ardupilot yang Terintegrasi dengan Aktuator Kapal.	41
Gambar 3.17 Penentuan <i>Waypoints</i> Menggunakan Aplikasi <i>Mission Planner</i>	42
Gambar 3.18 Blok Diagram Sistem Komunikasi ArdupilotMega dengan <i>Ground Control Station</i>	43
Gambar 3.19 Perancangan Modul <i>Radio Telemetry</i> pada Arduino. .	44
Gambar 3.20 Diagram Alir Pengolahan Peta Kedalaman Air	45
Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat	47
Gambar 4.2 Skema Pengujian Keseluruhan Sistem	48
Gambar 4.3 Danau 8 ITS Dilihat Dari Google Maps	49
Gambar 4.4 Pengujian Pembebanan Kapal.....	50
Gambar 4.5 Pengujian Perubahan Sudut Motor Servo. (a) Sinyal PWM 1 mS, (b) Sinyal PWM 1,5mS, (c) Sinyal PWM 2,0 mS	51
Gambar 4.6 Lokasi Pengujian Dilihat Melalui Google Maps	53
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Sistem Navigasi <i>Waypoint</i> , (a) Lintasan Melingkar, (b) Lintasan <i>Zig-Zag</i> , (c) Lintasan Kotak	54
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Udara.....	57
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Udara.....	58
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A710K0F	58
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Air.....	59
Gambar 4.12 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air.....	60
Gambar 4.13 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A710K0F di Median Air.....	61

Gambar 4.14 Posisi Kapal Saat di Home.	63
Gambar 4.15 Peletakan Sensor Pendeteksi Kedalaman Air pada Lambung Kapal Bagian Depan.	64
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Sistem <i>Autonomous</i> dengan Pembacaan Sensor Secara <i>Realtime</i>	64
Gambar 4.17 Hasil Peta Kontur dari Pengujian Keseluruhan Sistem.....	65
Gambar 4.18 Hasil Peta Kontur dalam Bentuk 3D	65

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Fitur GPS UBLOX NEO-M6N	21
Tabel 3.1 Spesifikasi USV	31
Tabel 3.2 Spesifikasi Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F.....	37
Tabel 4.1 Data Pengujian Pembebanan pada Kapal.....	50
Tabel 4.2 Data Pengujian Perubahan Sudut Motor Servo.....	52
Tabel 4.3 Pengujian Sensor GPS dengan GPS Acuan	52
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Udara.....	56
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Udara.....	57
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Air..	59
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air. .	60
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air. .	61
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Komunikasi <i>Radio Telemetry</i>	62
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Navigasi	63

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

Tugas akhir ini merupakan suatu penelitian yang dilakukan sebagai persyaratan akademik untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Topik yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini mengenai pemetaan kedalaman air menggunakan kapal tanpa awak.

Pada bab ini membahas mengenai hal-hal yang mendahului pelaksanaan tugas akhir. Hal tersebut meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi

1.1 Latar Belakang

Bencana banjir termasuk bencana alam yang hampir pasti terjadi pada saat musim penghujan datang. Bencana ini banyak menimbulkan kerugian-kerugian besar pada masyarakat. Salah satu faktor penyebab terjadinya banjir adalah kurang baiknya sistem drainase pada wilayah tersebut, seperti pendangkalan danau dan sungai [1]. Dimana danau dan sungai tidak lagi berfungsi sesuai fungsinya. Danau dan sungai yang dangkal tidak akan mampu menampung volume air dalam jumlah besar sehingga air akan meluap menggenangi wilayah sekitarnya [2].

Kedalaman danau dan sungai harus selalu diukur secara periodik, karena mempunyai peran penting untuk menampung air hujan dalam jumlah besar sehingga dapat mengurangi terjadinya banjir. Pada saat ini pengukuran kedalaman perairan hanya menggunakan sebuah galah yang cukup panjang yang dimasukkan ke dalam perairan dan harus dilakukan pengukuran diberbagai tempat agar mendapatkan data untuk membandingkan bagian-bagian terdalam pada perairan, hasil pengukuran ini tidak akurat dan sangat berbahaya karena kita harus menyeberang danau dimana terdapat bagian-bagian danau yang sangat dalam yang belum tentu kita ketahui kedalamannya [3].

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan desain dan realisasi alat untuk mengukur kedalaman perairan yang cepat, tepat serta efisien waktu dan dapat mendeteksi bagian-bagian danau yang dangkal sesuai dengan hasil pengukurannya. Alat ini dilengkapi dengan sensor inframerah GP2Y0A710K0F yang dapat mengukur kedalaman danau, kemudian data hasil pengukuran akan dikirim ke komputer menggunakan komunikasi serial dan data hasil pengukuran tersebut di plot kedalam sebuah software sehingga membentuk kontur dasar dari danau. Untuk

mempercepat pendeteksian di bagian-bagian danau maka alat ini diletakkan pada sebuah kapal tanpa awak yang dapat dikendalikan secara otomatis (autonomus) dengan bantuan sistem navigasi Global Positioning System (GPS) dan perangkat mikrokontroler ArduPilot Mega (APM).



Gambar 1.1 Pengukuran Kedalaman Perairan [4].

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *platform Unmanned Surface Vehicle (USV)* agar dapat berjalan secara autonomous.
2. Bagaimana cara membuat navigasi untuk *USV* ini.
3. Bagaimana *USV* ini dapat mengukur kedalaman perairan.
4. Bagaimana cara mengirimkan data lokasi kedalaman pada *ground control station*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pengujian kapal menggunakan sebuah sensor.
2. Pengujian sensor dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Pengujian sensor hanya pada air jernih.
4. Sistem pengaturan parameter navigasi pada *USV* menyesuaikan dengan kondisi area navigasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain *platform Unmanned Surface Vehicle* (USV) menggunakan *hull catamaran* dan menggunakan *rudder*.
2. Menghasilkan *prototipe* rancang bangun kapal tanpa awak menggunakan navigasi waypoint GPS.
3. Menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi kedalaman perairan.
4. Membuat komunikasi antara *Unmanned Surface Vehicle* (USV) dengan *ground control station* menggunakan radio telemetry 915MHz.

1.5 Metodologi Penelitian

Perancangan *unmanned surface vehicle* untuk pemetaan kedalaman air menggunakan navigasi GPS terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

1. Studi Literatur USV dan Sensor Inframerah.

Pada tahap studi literatur dilakukan pengumpulan dasar teori yang menunjang dalam penulisan penelitian. Selain itu juga dilakukan penelusuran informasi melalui jurnal ilmiah, artikel-artikel dari internet dan forum-forum diskusi. Informasi yang dikumpulkan adalah mengenai berikut:

- a. Pustaka yang berkaitan dengan penelitian ilmiah yang sudah dilakukan.
- b. Ardupilot mega sebagai kontroler dari *Unmanned Surface Vehicle* yang dapat dijalankan secara *autonomous*.
- c. Pengintegrasian antara ardupilot mega dengan arduino uno.
- d. Penggunaan sensor inframerah sebagai pengukur kedalaman perairan.

2. Perancangan *Hull* USV

Tahap perancangan *Hull* USV merupakan tahap pembuatan *prototype unmanned surface vehicle*. Jenis *platform* yang akan digunakan adalah USV dengan tipe lambung katamaran. Dikarenakan tipe lambung katamaran memiliki kestabilan yang tinggi pada daerah perairan tenang seperti danau dan sungai.

3. Perancangan dan Pengujian Modul Sensor.

Tahap perancangan dan pengujian modul sensor merupakan tahap pembuatan dari rangkaian sensor yang akan digunakan untuk mengukur kedalaman pada perairan.

4. Perancangan dan Pengujian USV Secara *Autonomous*.

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan pengujian USV secara *autonomous*. Perancangan dilakukan untuk menghubungkan komponen-komponen yang digunakan pada USV. Komponen yang digunakan adalah Ardupilot mega sebagai pengendali USV secara *autonomous*, GPS eksternal, radio telemetry, servo, ESC dan *receiver remote control*.

Untuk pengujian USV secara *autonomous* dilakukan di danau 8 ITS dengan memberikan titik *waypoint* dengan lintasan tertentu dan mengelilingi danau 8 ITS.

5. Perancangan Software.

Pada tahap ini dilakukan perancangan pengembangan pemrograman mikrokontroler. Data analog yang dibaca oleh mikrokontroler diolah kemudian mengirim data digital pada output. Perancangan dan pengembangan pemrograman untuk pembuatan peta kedalaman.

6. Perancangan Keseluruhan Sistem

Setelah melakukan riset dari referensi yang berkaitan dengan pengerjaan penelitian ini, langkah berikutnya adalah melaksanakan perancangan sistem yang akan digunakan dalam implementasi *hardware*. Pada tahap ini digabungkan antara perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

7. Pengujian dan Perbaikan Sistem.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap *Unmanned Surface Vehicle* dengan menjalankan keseluruhan fungsi. Analisa dilakukan untuk memperbaiki alat yang dijumpai.

8. Penulisan Laporan Penelitian.

Tahap penulisan laporan penelitian dilakukan beriringan dengan pengerjaan realisasi penelitian. Pada tahap ini akan dibuat sebuah jurnal tentang penelitian yang telah dibuat dan *upload* pada website POMITS.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan penelitian ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah dan batasannya. Bab ini juga membahas mengenai tujuan penelitian, metodologi, sistematika laporan, dan relevansi dari penelitian yang dilakukan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini menjelaskan mengenai komponen *hardware* maupun *software* pendukung pada penelitian ini, diantaranya: pengukuran kedalaman menggunakan inframerah, sensor inframerah, jenis platform kapal berdasarkan lambung, mekanik kemudi kapal, aktuator kendali kapal, ardupilot mega, dan mengenai arduino uno.

Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat

Pembahasan yang dilakukan pada bab ini, mengenai perancangan sistem secara keseluruhan meliputi perancangan dan pembuatan mekanik kapal, perancangan dan pembuatan sistem elektrik kapal, perancangan *embedded software*, perancangan dan pembuatan sensor inframerah, perancangan komunikasi kapal dengan *ground control station*.

Bab IV Pengujian dan Analisa

Hasil dari perancangan sistem USV dan pembuatan sensor akan dibahas secara lengkap pada bab ini.

Bab V Penutup

Pada bagian bab penutup, dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari hasil pengujian.

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan membantu dalam bidang perairan untuk merancang USV agar dapat mengukur kedalaman perairan terutama pada sungai dan danau.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu penelitian memerlukan teori-teori yang sudah ada sebelumnya untuk dikaji lebih dalam memperkuat argument penulis. Teori tersebut digunakan untuk membantu penulis dan sebagai dasar dalam membuat suatu penelitian.

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa teori dasar yang menjadi landasan untuk merumuskan dan menyelesaikan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, seperti pengukuran inframerah, pengukuran kedalaman yang ada di air, *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang dapat berjalan secara *autonomous* beserta komponennya.

2.1 *Unmanned Surface Vehicle* (USV)

Unmanned Surface Vehicle (USV) merupakan sebuah wahana tanpa awak yang dapat dioperasikan pada permukaan air [5]. USV dikendalikan otomatis dengan perintah seperti waypoint, melalui *Ground Control Station* (GCS). USV dapat mengirimkan data-data dan mengirimkannya ke GCS secara *realtime* melalui sistem telemetri.

USV dapat digunakan sebagai kapal riset juga dapat digunakan sebagai kapal survey, inspeksi keadaan sekitar sungai, survey seismic, operasi penyelamatan dan lain sebagainya. Pemanfaatan USV untuk menjadi kapal-kapal riset sudah dilakukan di beberapa negara, sebagian besar melakukan penelitian di sungai maupun laut lepas secara otomatis, sehingga mereka hanya mengolah data yang dikirim dari USV ke GCS. Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang banyak melakukan penelitian mengenai USV. Beberapa penelitian tentang perancangan dan implementasi USV dilakukan oleh Nugroho, G.N. pada tahun 2011 mengenai perancangan steering sebuah USV, dihasilkan sebuah perhitungan yang dapat digunakan dalam mendesain sistem steering dalam hal ini rudder pada USV [6].

Calce A. pada tahun 2012 membuat penelitian tentang pembuatan *remote control* motorboats yang dimodifikasi sehingga menjadi USV dengan penambahan mikrokontroller Arduino, GPS, Compass Module HMC6352, USB QuickCam Logitech dan komunikasi data menggunakan wireless 802.11g [7]. Hasil yang didapatkan yaitu prototipe dapat melaksanakan perintah hingga selesai, namun prototipe akan bermasalah apabila terlalu jauh dari GCS atau sinyal terhalang oleh sesuatu.

Penelitian tentang USV yang digunakan untuk memantau kualitas air dilakukan oleh Dunbabin M. pada tahun 2009 [5]. Tipe USV katamaran yang telah dimodifikasi tenaga matahari ini mampu mendapatkan informasi kualitas air dari seluruh lokasi saat bergerak. USV ini terintegrasi sensor posisi GPS dan kamera yang dapat memudahkan pengoperasian USV agar dapat menghindari rintangan yang diam maupun bergerak. USV ini mampu mengambil sampel air dan dapat beroperasi di berbagai kondisi cuaca maupun malam hari. USV dapat menempuh jarak hingga ratusan kilometer berdasarkan survey yang sebelumnya dilakukan.

2.2 Modul Arduino Uno

Arduino adalah mikrokontroler yang bersifat *open-source* dirancang menggunakan prosesor Atmel AVR dan memiliki bahasa pemrograman sendiri [8].



Gambar 2.1 Modul Arduino Uno

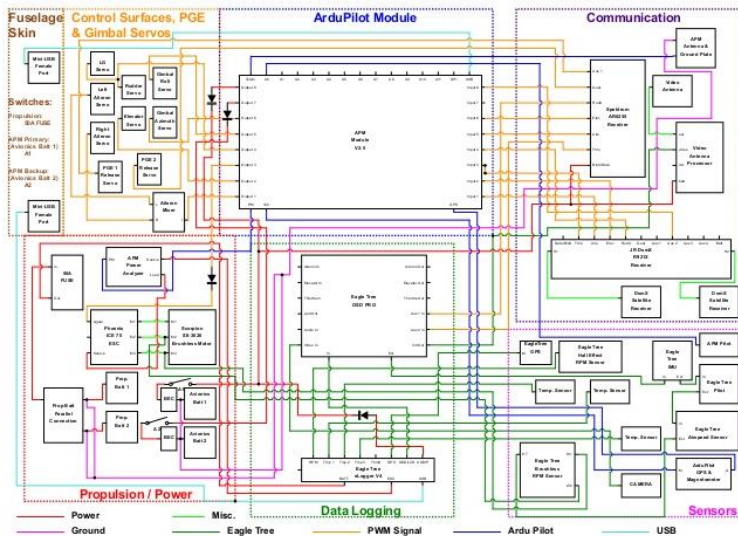
Arduino uno adalah mikrokontroler yang berbasis atmega 328p, memiliki 14 *digital input/output* pin dimana 6 pinnya dapat digunakan sebagai keluaran PWM, 6 masukan analog, kristal 16MHz, koneksi USB, port power, dan tombol reset seperti terlihat pada Gambar 2.1 [8]. “Uno” memiliki arti satu dalam bahasa Italia dan dipilih sebagai simbol dari peluncuran *Arduino Software (IDE)*[8].

2.3 Modul Ardupilot Mega

Ardupilot mega (APM) adalah kontroler yang berbasis dari arduino mega dan *flight controller* yang berbasis *open source*. Modul ini dapat mengatur pesawat bersayap (ArduPlane), helikopter, *multirotor* (ArduCopter), maupun wahana yang berada di darat seperti mobil dan kendaraan permukaan air (ArduRover) [9]. Ardupilot ini memiliki sistem kendali otomatis penuh untuk stabilisasi *waypoint based navigation*, dan

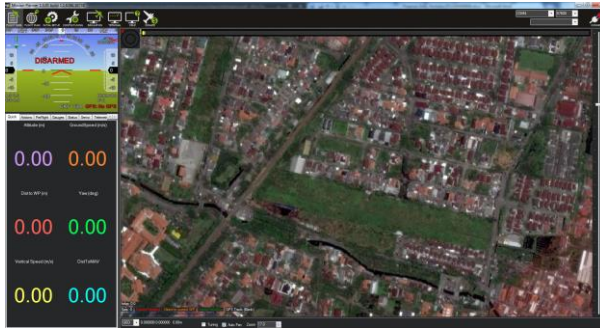
komunikasi dua arah menggunakan telemetri. Konstruksi APM terlihat seperti pada Gambar 2.3 [9].

Modul APM yang digunakan dikombinasikan dengan perangkat modul eksternal berupa GPS neo-6m dan kompas digital. Serta terdapat komponen tambahan pada modul ardupilot berupa *radio telemetry* yang nantinya dapat berkomunikasi dengan PC (*ground control station*) sebagai media pengaturan parameter-parameter navigasi pada kapal [10], [11].



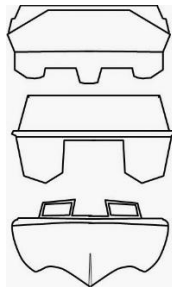
Gambar 2.2 Konstruksi ArdupilotMega.

Salah satu perangkat lunak yang telah disesuaikan dengan modul APM ini adalah *mission planner* yang digunakan sebagai aplikasi pengaturan dan penentu parameter *waypoint* untuk rute navigasi seperti terlihat pada Gambar 2.3 [12]. Sebagai contoh data yang dimasukkan adalah titik koordinat *longitude* dan *latitude* A dan memberi titik koordinat *longitude* dan *latitude* B, maka sistem APM akan mengatur kapal bergerak menuju titik A kemudian menuju titik B secara otomatis.



Gambar 2.3 Mission planner.

2.4 Platform Kapal dengan Lambung Katamaran



Gambar 2.4 Kapal dengan Jenis Lambung Katamaran.

Yang membedakan jenis-jenis *platform* kapal adalah bentuk dari lambungnya. Lambung kapal (*hull*) merupakan bagian badan dari kapal. Lambung kapal memberikan daya apung agar kapal tidak tenggelam. Rancang bangun kapal merupakan hal yang penting dalam membuat kapal karena perancangan ini berkaitan dengan pelabuhan yang akan disinggahi dan kedalaman jalur pelayaran yang akan dilalui oleh kapal tersebut [10].

Kapal dengan nama *catamaran* merupakan kapal dengan lambung ganda. Kapal ini mempunyai lambung yang besar, mempunyai kecepatan yang beragam, dari kapal dengan berkecepatan tinggi hingga rendah. Baik untuk penelitian di perairan laut karena lambung gandanya membuat kapal ini lebih stabil ketika terkena ombak. Katamaran sendiri berasal dari bahasa Tamil India “*Kattumaram*” yang berarti kayu yang disatukan dan memiliki dua buah lambung [13].

Katamaran memiliki kestabilan yang sangat baik, sehingga membuat para desainer kapal dan pembuat kapal banyak melirik untuk membuat kapal jenis ini. Sampai saat ini jenis kapal ini banyak digunakan untuk kapal penumpang, perahu layar, dan beberapa perahu nelayan juga menggunakan kapal jenis ini. Keuntungan lain dari kapal jenis ini adalah kapal ini memiliki badan yang sangat lebar karena jembatan antar lambungnya dapat digunakan sebagai tempat muatan seperti pada Gambar 2.4 [14].

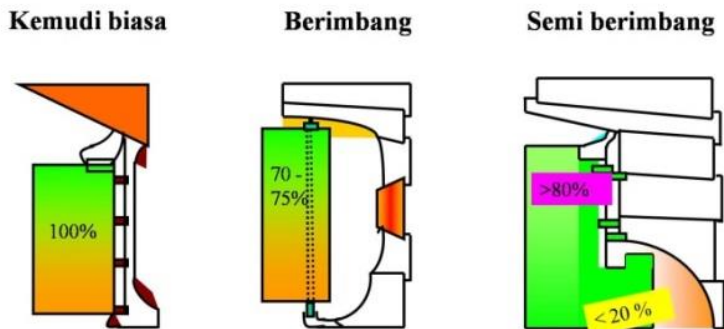
Dalam perkembangannya, katamaran dikembangkan menjadi trimaran dimana kapal ini memiliki tiga lambung [9]. Tetapi biasanya kapal trimaran hanya digunakan untuk tujuan olahraga, bukan untuk kapal pembawa penumpang.

2.5 Mekanik Kemudi Kapal

Mekanik kemudi kapal terdiri dari dua komponen utama yaitu *rudder* dan *propeller*. *Rudder* kapal berfungsi sebagai pengendali belok pada kapal dan *propeller* kapal adalah mekanik yang dihubungkan dengan motor untuk mengatur kecepatan dari kapal.

2.1.1 Rudder Kapal

Kemudi kapal (*rudder*) adalah alat untuk mengubah arah gerak pada kapal dengan cara mengubah arah arus air, sehingga mengakibatkan perubahan arah kapal. *Rudder* ditempatkan di ujung belakang lambung kapal, tepatnya di belakang baling-baling dan digerakkan secara mekanis. Berikut merupakan beberapa contoh jenis kemudi kapal yang umum seperti pada Gambar 2.5 [9].



Gambar 2.5 Jenis Kemudi Pada Kapal.

a. **Kemudi Biasa**

Kemudi biasa adalah kemudi yang seluruh *ruddernya* berada dibelakang poros putar. Kemudi seperti ini pada umumnya dipakai pada kapal kecil serta menggunakan baling-baling tunggal. Kemudi biasa plat tunggal *ruddernya* terdiri dari pelat tunggal saja, sedangkan kemudi biasa plat ganda *ruddernya* terdiri dari lembaran pelat berganda sehingga di dalamnya berbentuk rongga.

b. **Kemudi Berimbang**

Kemudi berimbang adalah kemudi yang sebagian *ruddernya* berada dibelakang poros putarnya, sedangkan sebagian kecil berada di depan poros putarnya berkisar antara 25-30% dari total *rudder*.

c. **Kemudi Semi Berimbang**

Kemudi semi berimbang merupakan pengembangan dari kemudi berimbang namun daun kemudinya berada di depan poros putar dan lebih kecil 20% dari total daun kemudi.

2.1.2 *Propeller* Kapal

Propeller adalah kumpulan sayap berputar yang berbentuk bengkok (baling-baling) bertujuan agar menciptakan arah dari resultan gaya angkat dengan arah ke depan. Pada umumnya, *propeller* terdiri dua atau lebih bilah baling yang dihubungkan dengan *central hub* yang merupakan bagian dimana baling-baling kapal tersambung. *Propeller* berfungsi untuk mengubah gaya putar dari motor menjadi gaya propulsif sebagai gaya dorong (*thrust*) untuk sistem penggerak pada kapal [10]. Berikut contoh dari *propeller* kapal seperti terlihat pada Gambar 2.6 [9].



Gambar 2.6 Posisi Baling-Baling Pada Kapal.

2.6 Aktuator Kendali Kapal

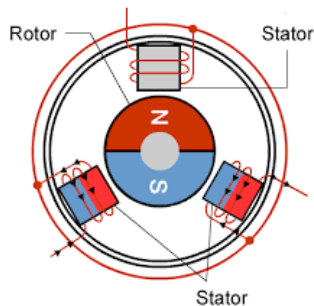
Aktuator yang digunakan sebagai pengendali dari mekanik kemudi prototype USV pada penelitian ini terdiri dari dua komponen utama yaitu motor *brushless* yang digunakan untuk menggerakkan *propeller* dan motor servo yang digunakan untuk menggerakkan *rudder* kapal.

2.6.1 Motor *Brushless* DC (BLDC)

Brushless DC (BLDC motor) juga dikenal sebagai motor elektronik *commutated* (ECM, motor EC) adalah motor sinkron yang didukung oleh sumber listrik DC melalui *inverter/switching* catu daya yang terhubung dan menghasilkan sinyal listrik AC untuk menggerakkan motor [10]. Contoh dan Konstruksi motor *brushless* dapat dilihat pada Gambar 2.7 [15] dan Gambar 2.8 [16].



Gambar 2.7 BLDC Motor



Gambar 2.8 Konstruksi BLDC Motor.

Pada penelitian ini, BLDC digunakan sebagai motor utama penggerak kapal. Penggunaan BLDC motor ini didasarkan pada pertimbangan bahwa BLDC motor memiliki fitur berikut [16]:

- Memiliki efisiensi yang tinggi karena menggunakan rotor permanen magnet dan rugi-rugi sekunder yang kecil.
- Inersia rotor dapat dikurangi dan diperoleh respon kecepatan yang tinggi.
- Karena efisiensinya yang tinggi, memungkinkan untuk mengurangi ukuran motor menjadi lebih kecil.
- Fluktuasi kecepatan akibat perubahan beban kecil.

2.6.2 Motor Servo DC

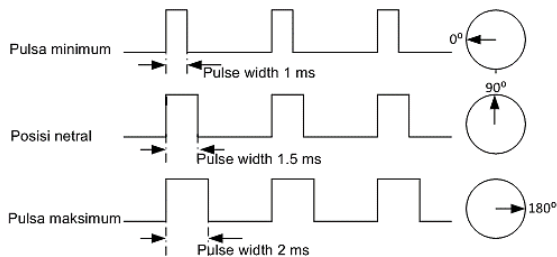
Motor servo merupakan jenis motor DC, yang membedakan motor servo dengan motor DC biasa adalah motor servo dapat diatur perputaran sudutnya. Ada 2 tipe motor servo, yaitu motor servo standart dan motor servo continous. Motor servo standart dapat berputar 180° sedangkan motor servo continous adalah motor servo dengan putaran sampai 360° Gambar 2.9 [17].

Motor servo mempunyai 3 pin *input*, yaitu Vcc, Gnd, dan Data. Vcc dan Gnd merupakan sumber tegangan untuk motor servo, sedangkan data merupakan data dari mikrokontroler yang berupa Pulse Width Modulation (PWM). PWM merupakan teknik modulasi yang merubah panjang sinyal high atau low dalam frekuensi yang tetap. Bentuk dari motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.10 [18].



Gambar 2.9 Motor Servo.

Motor servo memiliki panjang pulsa 20mS, untuk mendapatkan sudut 0° maka pulsa high dapat diset selama 1mS, dan untuk mendapat sudut 180° maka lama waktu high diatur selama 2 mS dan waktu low adalah sisa periode 20 mS tersebut.



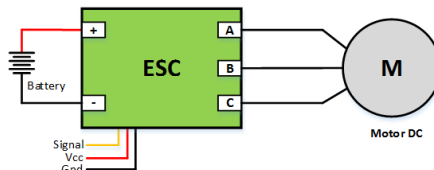
Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor Servo.

2.6.3 Electronic Speed Control

Electronic Speed Control (ESC) digunakan untuk mengatur arah putar dari motor Brushless DC (BLDC) dan sebagai pengatur kecepatan BLDC. ESC ini menghasilkan listrik 3 fasa tegangan rendah secara elektronik sebagai sumber dari motor. Kecepatan motor yang dihasilkan oleh ESC diatur oleh PWM yang diberikan oleh mikrokontroler [9]. Contoh gambar dan skema rangkaian ESC dengan motor terlihat pada Gambar 2.11 dan Gambar 2.12.



Gambar 2.11 Electronic Speed Controller

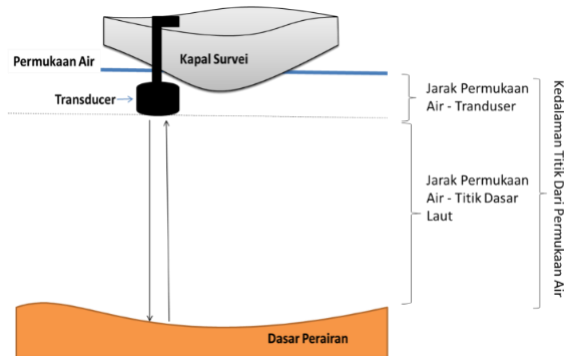


Gambar 2.12 Skema Rangkaian ESC.

ESC yang didesain untuk kapal haruslah tahan air. Struktur yang kedap air adalah pembeda dari ESC lain yang digunakan selain di kapal. Dengan demikian dibutuhkan sistem pendingin untuk mendinginkan ESC secara efektif untuk mencegah kegagalan sistem. Kebanyakan ESC yang digunakan di kapal adalah berpendingin air yang disirkulasi oleh motor atau jalur air pada shaft.

2.7 Cara Mengukur Kedalaman

Pada umumnya kedalaman dapat diukur dengan beberapa cara diantaranya yaitu dengan pengukuran menggunakan galah, menggunakan teknik bandul timah hitam dan pengukuran menggunakan sensor inframerah. Pada penelitian kali ini akan menggunakan teknik pengukuran sensor inframerah seperti pada gambar 2.13.

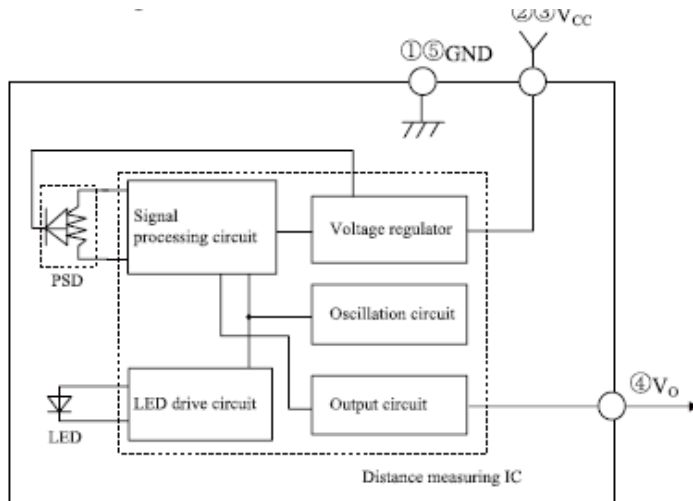


Gambar 2.13 Contoh Pengukuran Menggunakan Sensor Inframerah [4].

Sensor inframerah memiliki bagian transmitter dan receiver. Bagian transmitter akan memancarkan sinyal, sedangkan pantulan inframerah akan ditangkap oleh bagian receiver yang terdiri dari lensa fokus dan sebuah linear charge-couple device (CCD) array. Linier CCD array terdiri atas elemen peka cahaya yang disebut piksel (Picture Element).

2.8 Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F

Perangkat sensor inframerah ini menggunakan *light emitting diode infrared (LED infrared)* dan *position sensitive detector (PSD)* [19]. Sensor ini memiliki 5-pin yaitu, 2-pin Voltage, 2-pin Ground, dan 1-pin Signal Output. Output sensor ini adalah analog tunggal yang terhubung ke analog digital konverter pada mikrokontroler. Sehingga dapat mengambil pengukuran jarak, atau output dapat dihubungkan ke komparator. Sensor inframerah tidak menghitung waktu pancaran sinar, melainkan menghitung di bagian mana sinar inframerah yang dikembalikan diterima oleh rangkaian photo transistor. Semakin jauh jarak maka semakin kanan sinar inframerah yang diterima pada rangkaian photo transistor dan semakin kecil tegangan outputnya. Hasil output ini akan diterima oleh ADC sebelum diambil oleh mikrokontroler

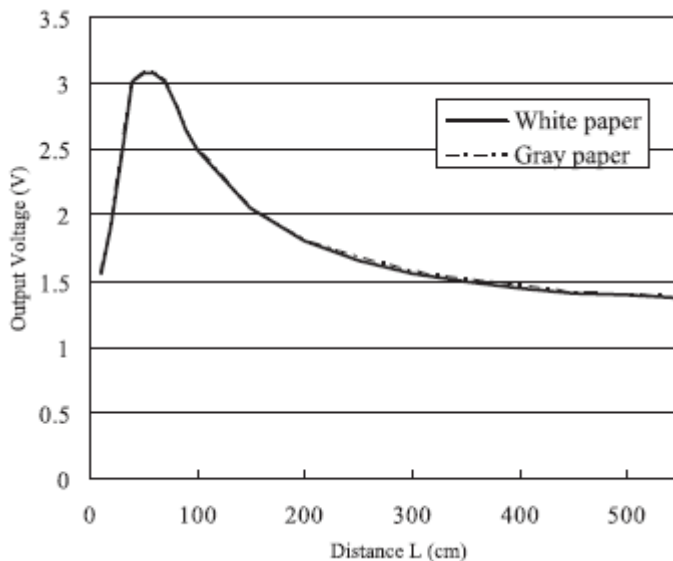


Gambar 2.14 Blok Diagram GP2Y0A710K0F [19]

Sharp GP2Y0A710K0F merupakan sensor jarak analog yang menggunakan inframerah untuk mendeteksi jarak antara 100 cm – 550 cm. Bagian *LED Drive Circuit* akan memancarkan cahaya inframerah ke objek dan dipantulkan kembali ke sensor melalui lensa fokus dalam sudut yang sama. Fungsi dari *position sensitive detector* (PSD) adalah mendeteksi intensitas energi yang dipantulkan oleh permukaan objek dari pancaran LED. Lensa fokus digunakan untuk mengarahkan cahaya yang dipantulkan ke PSD. PSD beroperasi pada prinsip efek fotolistrik, energi cahaya berubah menjadi energi listrik. Hasil sinyal keluaran dari sensor tergantung dari energi yang terdeteksi oleh PSD. Apabila objek menjauh maka sinar akan diterima semakin ke kanan dan tegangan keluaran akan semakin mengecil. Sinar diterima pada phototransistor yang ada dalam bagian *signal processing circuit* dan menghasilkan tegangan analog yang dikeluarkan ke bagian output. Diagram blok modul sensor inframerah ditunjukkan pada Gambar 2.14.

Karakteristik *output* tegangan tersebut tidaklah linier melainkan membentuk kurva seperti pada Gambar 2.15. Dari gambar karakteristik, sensor mulai menampilkan jarak yang valid saat berada di jarak sekitar 100 cm hingga 550 cm. Sensor diposisikan 90 derajat menghadap permukaan suatu objek. Ketika sebuah objek dan sensor didekatkan

dengan jarak antara 0 cm sampai 65 cm, cahaya dari LED inframerah dipantulkan dari objek dan ke detektor. Kondisi membuat hasil tegangan keluaran memiliki fungsi alih yang besar. Pada kondisi lain, tegangan keluaran berbanding terbalik dan tidak linier pada jarak mulai dari 65 sampai 550 cm. Ini disebabkan karena penurunan energi cahaya yang terdeteksi oleh detektor. Dengan demikian sensor inframerah untuk pengukuran jarak menggunakan nilai *threshold* [20-21].



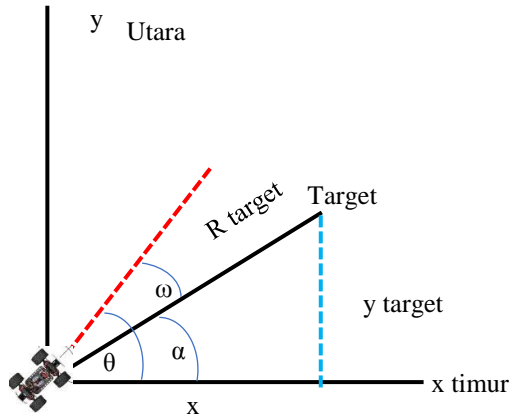
Gambar 2.15 Grafik Sharp GP2Y710K0F Perbandingan Jarak Terhadap Tegangan.

Untuk menghitung jarak maka dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu *look up table* dan interpolasi. Teknik paling sederhana adalah *look up table* yaitu dengan menyimpan memori.

2.9 Navigasi Waypoint

Navigasi merupakan teknik untuk membaca kedudukan (posisi) dan arah benda terhadap kondisi di sekitarnya. Pada umumnya menemukan kedudukan dan posisi dari benda dapat dilakukan dengan melihat beberapa penanda dari sensor [22]. Metode umum untuk mewujudkan navigasi otomatis dapat melalui navigasi visual, model peta navigasi dan navigasi waypoint [23].

Koordinat yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada aplikasi. Misalnya yang berkenaan dengan navigasi pada permukaan bumi, koordinat ini dapat mencakup latitude dan longitude [24]. Waypoint memiliki cakupan yang luas dalam bidang navigasi oleh orang awam, semenjak dikembangkannya sistem navigasi lanjutan. Waypoint yang ditempatkan di atas permukaan bumi, biasanya didefinisikan dalam dua dimensi (latitude dan longitude) [25]. Pada navigasi waypoint dalam dua dimensi, penentuan posisi target terhadap suatu objek atau benda dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Penggambaran Titik Target Terhadap Objek [26]

Pada Gambar 2.16, dapat dilihat bahwa jarak antara posisi benda dengan target dapat dihitung dengan persamaan (2.1).

$$R_{\text{target}} = \sqrt{X_{\text{target}}^2 + Y_{\text{target}}^2} \quad (2.1)$$

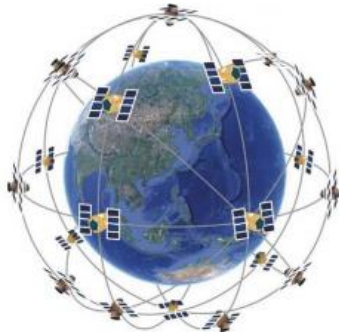
Variable X_{target} dan Y_{target} merupakan koordinat latitude dan longitude yang akan dituju. Sehingga arah yang harus dituju oleh benda (ω) dapat dihitung dengan persamaan (2.2).

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1}\left(\frac{Y_{\text{target}}}{X_{\text{target}}}\right) \\ \omega &= \theta - \alpha \end{aligned} \quad (2.2)$$

Sudut α pada persamaan 2 merupakan sudut yang dibentuk setelah menentukan titik target, dan sudut θ merupakan sudut yang didapat dari kompas.

2.10 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System yaitu sebuah perangkat yang dapat menerima lokasi keberadaan kapal dengan mengacu pada satelit yang bergerak mengitari bumi [7]. GPS menerima data yang dikirim dari satelit berupa data NMEA 0183. NMEA (National Marine Electronics Association) adalah standar yang digunakan dalam pengiriman data gps yang berupa protokol data, garis lintang, garis bujur, ketinggian, dan waktu [5]. Navigasi GPS terbentuk dari garis pandang empat satelit atau lebih seperti pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Ilustrasi Satelit GPS [27]

Format data keluaran GPS ditetapkan oleh National Maritime Electronic Association (NMEA) ada lima jenis, yaitu NMEA 0180, NMEA 0812, NMEA 0813, AVIATON, dan PLOTTING. Format data tersebut dapat dibaca oleh komputer melalui komunikasi serial. Data keluaran dalam format NMEA 0183 berupa kalimat (string) yang merupakan karakter ASCII 8 bit. Setiap awal kalimat diawali dengan karakter "\$", dua karakter Talker ID, tiga karakter Sentence ID, dan diikuti oleh data fields yang masing-masing dipisahkan oleh koma (,) serta diakhiri oleh optional checksum dan karakter carriage return/line feed (CR/LF).

2.11 UBLOX NEO-M6N

NEO-M6N memberikan tingkat sensitivitas cukup tinggi dan waktu akuisi yang cepat dengan mempertahankan daya rendah. NEO-M6N membuat integrasi antar RF menjadi lebih mudah. Arsitektur RF yang canggih dapat membuat kinerja maksimum bahkan pada lingkungan GNSS yang berlawanan. Seri NEO-M6 menyediakan tingkat ketahanan dan koneksi lebih fleksibel [28].



Gambar 2.18 GPS UBLOX NEO-M6N [29].

Pada NEO-M6N terdapat 6 pin yakni vcc, ground, rx, tx, SDA dan SCL. Dalam NEO-M6N sudah memiliki fitur kompas. Untuk mengakses GPS dengan pin rx dan tx. Untuk mengakses kompas pada pin SDA dan SCL [28]. Fitur dari GPS Neo M6N pada Tabel 2.1. Bentuk dari GPS UBLOX NEO M8N seperti pada Gambar 2.18.

Tabel 2.1 Fitur GPS UBLOX NEO-M6N.

<i>Supply</i>	<i>Interface</i>	<i>Feature</i>
2.7 V – 3.6 V <i>Lowest Power</i> (DC/DC)	UART USB SPI DDC (I2C <i>compliant</i>)	<i>Programable flash</i> <i>Data logging</i> <i>Additional SAW</i> <i>Additional LNA</i> <i>RTC crystal</i> <i>Internal oscillator</i> <i>Active antenna / LNA</i> <i>supply</i> <i>Active antenna / LNA</i> <i>control</i>

2.12 Baterai LiPo (Lithium Polymer)

Baterai LiPo digunakan sebagai sumber dari rangkaian yang sudah dibuat seperti Arduino dan sensor-sensor lainnya yang bentuknya seperti

pada Gambar 2.19. Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastic film tipis. Lapisan ini tersusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Metode ini dapat membuat baterai LiPo dibentuk dengan berbagai macam ukuran. Kekurangan dari baterai LiPo ini yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Dapat diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini tidak dapat diaplikasikan pada keadaan sehari-hari karena dapat menimbulkan bahaya [29].

Ada tiga kelebihan dari baterai LiPo daripada baterai jenis lain yaitu:

- Baterai LiPo memiliki berat lebih ringan
- Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan lebih besar.
- Baterai LiPo memiliki tingkat discharge rate energy yang lebih tinggi.

Kekurangan baterai antara lain :

- Harga dari baterai LiPo lebih mahal.
- Memiliki umur yang lebih pendek dari baterai lain.
- Dari segi keamanan baterai LiPo kurang aman karena menggunakan bahan elektrolit yang mudah terbakar.



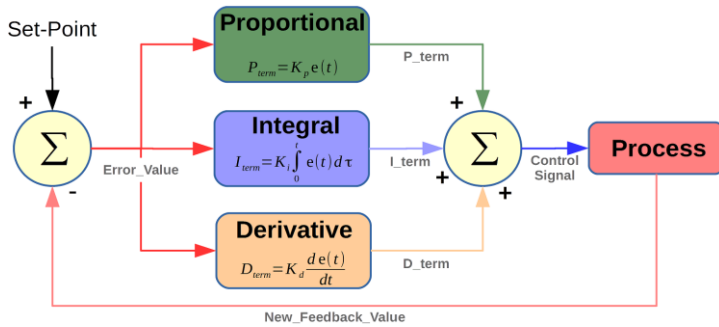
Gambar 2.19 Baterai LiPo [16]

2.13 Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)

Kendali proposional integral derivatif merupakan suatu sistem kendali gabungan dari kendali proporsional, kendali integral dan kendali drivatif [30]. Dimana kendali proporsional akan menghasilkan keluaran kendali yang sebanding dengan nilai error, sehingga diperoleh nilai *steady state*. Kendali Integral berfungsi untuk meminimalisir nilai error *steady state* terhadap set point.

Untuk menghilangkan osilasi atau *overshoot* respon, maka ditambahkan kendali derivatif yang merupakan fungsi derivatif dari nilai error dikalikan dengan konstanta derivatif. Blok diagram persamaan kendali PID ditunjukkan pada Gambar 2.20 dan Persamaan 2.3. Dari setiap kendali yang menyusun kendali PID mempunyai karakteristik masing-masing.

$$u(t) = P(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.3)$$



Gambar 2.20 Diagram Blok Kontrol PID [30].

2.13.1 Kendali Proposional

Kendali proposional adalah kendali yang menghasilkan keluaran kendali yang sebanding dengan *error* masukan yang dikalikan dengan konstanta proposional. Kendali ini berfungsi untuk memperkuat sinyal *error*, sehingga mempercepat keluaran sistem mencapai titik referensi. Persamaan kendali proposional ini ditunjukkan pada Persamaan 2.4.

$$u(t) = K_p e(t) \quad (2.4)$$

2.13.2 Kendali Integral

Kendali integral merupakan kendali yang menghasilkan keluaran yang sebanding lurus dengan besar dan lamanya *error*. Integral dalam kendali PID adalah jumlah *error* tiap waktu dan mengakumulasi *offset* yang sebelumnya telah dikoreksi. *Error* terakumulasi dikalikan dengan gain integral (K_i) dan menjadi keluaran kendali [31]. Persamaan kendali integral ini ditunjukkan pada Persamaan 2.5.

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (2.5)$$

Kendali integral mempercepat perpindahan proses menuju *setpoint* dengan menghilangkan *error stady state* yang muncul pada kendali proposional [32]. Tetapi, karena integral mengakumulasi *error* sebelumnya maka dapat menyebabkan *overshoot*.

2.13.3 Kendali Derivatif

Kendali derivatif merupakan kendali yang menghasilkan keluaran sebanding dengan nilai selisih dari masukan [31]. Kendali derivatif digabungkan dengan kendali proposional, akan meredam nilai *overshoot* dari keluaran kendali. Persamaan kendali derivatif ditunjukkan pada Persamaan 2.6.

$$u(t) = K_d \tau_d \left(\frac{de(t)}{dt} \right) \quad (2.6)$$

2.14 Regresi Polinomial

Analisis regresi merupakan suatu metode statistik untuk menyelidiki dan memodelkan hubungan antara satu variabel respon Y dengan satu atau lebih variabel predictor X. Misalnya diberikan himpunan data $\{(X_i, Y_i)\}$, $i = 1, \dots, n$ [33]. Secara umum hubungan antara Y dan X dapat ditulis sebagai persamaan 2.7 berikut:

$$Y_i = m(X_i) + \varepsilon_i \quad (2.7)$$

Dimana $m(x)$ adalah fungsi regresi, dan ε_i adalah suatu variabel acak yang menggambarkan variasi Y disekitar $m(x)$. Regresi polynomial merupakan penaksiran fungsi regresi dengan cara parametrik. Pada regresi parametrik digunakan bentuk fungsi parametrik tertentu sebagai $m(x)$. $m(x)$ digambarkan oleh sejumlah hingga parameter yang harus ditaksir [33]. Model dari regresi polinomial orde 2 (model kuadratik) sebagai persamaan 2.8 berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon \quad (2.8)$$

2.15 PyCharm

PyCharm adalah aplikasi yang disediakan untuk pengembang Python dengan logo seperti pada gambar 2.21, terintegrasi bersama dengan berbagai library untuk menciptakan perangkat lunak yang nyaman untuk pengembangan Python dan pengembangan Web. PyCharm dapat

digunakan untuk mengembangkan aplikasi dengan Python. Selain itu, seseorang bisa menggunakan Django, Flask, Pyramid, dan WebToPy. Juga, mendukung HTML (termasuk HTML5), CSS, JavaScript, dan XML: bahasa ini dikelompokkan dalam IDE melalui plugin dan diaktifkan secara default. Bahasa lain juga dapat ditambahkan melalui plugin.



Gambar 2.21 Logo Pycharm.

2.16 K-Nearest Neighbour

K-nearest neighbor merupakan sebuah metode klasifikasi terhadap objek berdasarkan pencarian data (*data learning*) yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data tersebut diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data pembelajaran. Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data, secara umumnya, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek noise pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antarasetiap klasifikasi menjadi lebih kabur.

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk metode data learning pada k-nearest neighbour, diantaranya *euclidean distance* dan *manhattan distance* (*city block distance*). Paling umum yang digunakan adalah euclidean distance sebagai persamaan 2.9 berikut [34]:

$$\sqrt{(a_1 + b_1)^2 + (a_2 + b_2)^2 + \dots + (a_n + b_n)^2} \quad (2.9)$$

2.17 Normalisasi

Normalisasi digunakan untuk mengubah rentang data menjadi $[-1,1]$ atau $[0,1]$. Data yang akan kita proses biasanya memiliki rentang yang cukup jauh. Oleh karena itu, *data miners* harus menormalkan variabel numerik mereka, untuk membakukan skala tiap variabel terhadap hasil. Ada beberapa teknik untuk normalisasi, diantaranya *min-max normalization* dan *Z-score standardization* [34]. Pada penelitian kali ini saya menggunakan metode *min-max normalization* seperti pada persamaan 2.10 berikut:

$$X^* = \frac{X - \min(X)}{\text{range}(X)} = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2.10)$$

2.18 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk membandingkan perangkat yang telah ada dan dikembangkan sebelumnya dengan perangkat yang dirancang pada tugas akhir ini. Berikut merupakan judul paper atau proyek yang dibandingkan dengan proyek pada tugas akhir ini.

2.18.1 Pembangunan Sistem Penentuan Posisi Navigasi Berbasis Sistem *Unmanned Surface Vehicle* (USV) untuk Survei Batimetri [2]

Perbani dan Suwardhi pada tahun 2014 membangun sebuah sistem *Unmanned Surface Vehicle* (USV) untuk survei batimetri. Model wahana yang digunakan adalah Windrush II Airboat. Wahana ini menggunakan Motor Brushless Extreme Flight untuk motor penggerak, Hitec Servo untuk kemudi wahana, Baterai Lipo 3 cell dan aki sebagai sumber daya, *remote control* frekuensi 2.4 Ghz, *echosunder* sebagai alat survei kedalaman, DGPS untuk penentuan posisi yang teliti, Ardupilot untuk navigasi wahana secara *auto pilot* dan daya angkut beban maksimal yaitu 8 kg. Dengan kecepatan rata-rata 5 meter per detik. Pengujian wahana ini dilakukan di Danau Saguling, Kabupaten Bandung. Hasil dari penelitian ini yaitu wahana yang digunakan kurang stabil, sehingga diperlukan modifikasi pada bagian bawah dan depan wahana. Telemetri navigasi bekerja dengan maksimum jarak 5-10 kilometer *line of sight* dengan kualitas pengiriman data rata-rata diatas 90%, *tracking GPS* berjalan dengan baik, sistem *Auto Navigation / Autopilot* belum bekerja dengan sempurna, wahana sudah bergerak secara otomatis ke arah waypoint yang ditentukan, tetapi gerakan wahanatidak stabil.

2.18.2 Rancang Bangun Sistem Kedalaman Sungai [5]

Vidia Susilo pada tahun 2015 melakukan penelitian tentang pengukuran kedalaman air menggunakan sensor sonar MB7060 dan terintegrasi dengan arduino uno. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kapal dan pengukuran tanpa menggunakan kapal. Hasil pengujian tidak ditampilkan dalam bentuk peta, melainkan hanya ditampilkan berupa grafik pada *software* visual basic. Sistem pengiriman data menggunakan transmitter dan receiver yang akan diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada komputer. Hasil pengujian pada

sebuah penampungan air memiliki error rata-rata sebesar 0,062%. Sedangkan hasil pengujian pada saat menggunakan kapal adalah 7,7%. Hal ini dikarenakan kapal tidak stabil pada saat terkena gelombang, sehingga mempengaruhi pengukuran sensor.

2.18.3 *An Unmanned Surfaced Vehicle for Water Quality Monitoring* [5]

Penelitian USV yang digunakan untuk memantau kualitas air dilakukan oleh Dunbabin M. pada tahun 2009. Penelitian ini menghasilkan USV yang mampu bernavigasi melewati tempat penampungan air pedalaman yang kompleks. Tipe USV yang digunakan adalah katamaran yang telah dimodifikasi menggunakan tenaga matahari. USV ini mendapatkan informasi kualitas air di seluruh lokasi saat bergerak. Pada USV ini terintegrasi sensor posisi GPS, Laser Scanners, Sonars dan kamera. Sehingga dapat memudahkan pengoperasian USV pada perairan yang dangkal dan belum diketahui peta dan juga dapat menghindari rintangan yang mampu bergerak. USV ini dapat mengambil sampel air dan dapat beroperasi di berbagai kondisi cuaca maupun pada saat malam hari. USV dapat dikatakan telah melengkapi survei pemantauan yang dilakukan secara manual dengan kelebihan dapat melakukan pengukuran di tempat penyimpanan air dengan jarak ratusan kilometer dari survey yang dilakukan sebelumnya.

2.18.4 Studi Perancangan Steering Sistem Pada Unmanned Surface Attack Boat 9 Meter Berbasis Microcontroler [6]

Perancangan dan implementasi *Unmanned Surface Vehicle* yang dilakukan oleh Nugroho G.N. pada tahun 2011 mengenai *steering* sebuah *Unmanned Surface Vehicle*. Dari penelitian ini dihasilkan sebuah perhitungan yang dapat digunakan dalam mendesain sistem *steering* dalam hal ini rudder pada sebuah Unmanned Surface Vehicle.

2.18.5 *Robo boat – building Unmanned Surfaced Vessels from RC Motorboats* [7]

Pada tahun 2012 Calce A. membuat penelitian tentang pembuatan rc motorboats yang dimodifikasi sehingga menjadi *Unmanned Surface Vehicle* (USV) dengan penambahan mikrokontroler Arduino, GPS, Compass Module HMC6352, USB QuickCam Logitech dan komunikasi data menggunakan wireless 801.11g. Hasil yang didapat dalam penelitian

ini yaitu pada saat percobaan prototype ini akan melaksanakan perintah terakhir hingga selesai atau sampai batrei habis. Akan tetapi perintah akan bermasalah apabila USV hilang kontak dengan *Ground Control Station* karena terlalu jauh dari titik awal atau karena sinyal terhalang oleh sesuatu.

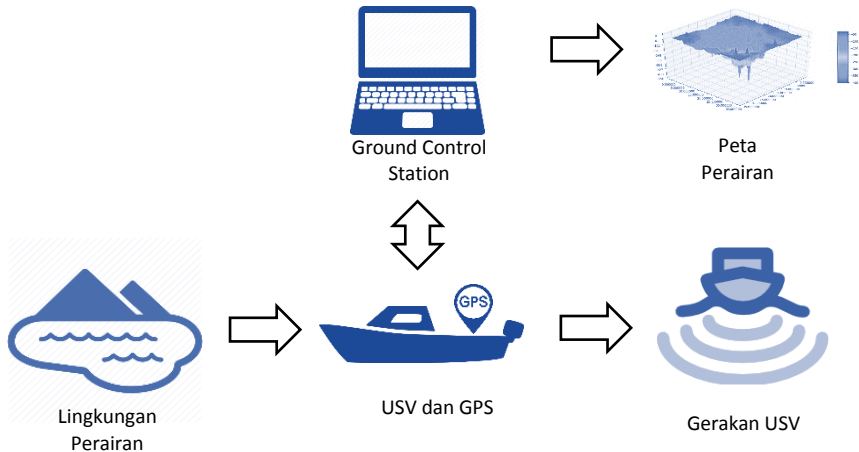
2.18.6 *The Small Hydrography Marine Boundary Boat (Shumoo) For Mapping Bathymetry Of Shallow Water Area* [14]

Pada tahun 2016 Suhari dkk, membuat suatu wahana survei batimetri untuk pemetaan kawasan perairan dangkal. Wahana dengan tipe *shallowshelves* ini kemudian mereka sebut dengan *SHUMOO (The Small Hydrography Marine Boundary Boat)*. Wahana ini menggunakan bahan *fiberglass* dengan desain berukuran 115 cm x 35 cm. SHUMOO menggunakan motor Oatrunner 750kV sebagai motor penggerak, baterai LPB nano 5200 mAh 3 cell, *remote controll* ACE COUGAR dengan frekuensi 2.4 Ghz, GPSMAP 585 sebagai alat pengukuran kedalaman dan posisi, dan sistem telemetri sehingga memungkinkan pengiriman data secara langsung ke GCS dengan jarak maksimal 400 m. Wahana ini dapat mengangkut beban hingga 30 Kg dan jarak kontrol wahana 500 m secara manual, atau 600 m secara *autonomus*. Pengujian dilakukan di Danau Selorejo, Malang. Hasil dari pengujian SHUMOO yaitu, wahana berjalan dengan baik, sistem telemetri bekerja dengan baik, keseimbangan wahana baik, pembacaan alat GPSMAP 585 juga baik.

2.18.7 Perancangan Sistem Navigasi pada Kapal (MCST-1 SHIP AUTOPILOT) untuk Mendukung Sistem Autopilot [32]

Pada tahun 2012 Prasetyo H.P melakukan penelitian tentang Perancangan Sistem Navigasi pada Kapal (MCST-1 Ship Autopilot) untuk Mendukung sistem Autopilot. Perancangan Sistem yang menggunakan sebuah USV MCST-1, GPS, Compass, Sensor Ultrasonik dan mikrokontroler ini menghasilkan bahwa perancangan yang dilakukan menggunakan data masukan berupa sinyal GPS dengan format NMEA 0813 versi 2 \$GPGGA dan \$GPRMC dan dapat menampilkan tampilan daris lintang dan garis bujur. Prasetyo H.P. juga mengemukakan bahwa perancangan sensor jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik dari range 1cm hingga 300 cm memiliki presentase akurasi rata-rata sebesar 0.245. Peletakan sensor kompas akan berpengaruh jika didekatkan dengan motor penggerak karena adanya inferensi dari motor dalam bentuk medan elektromagnetik.

BAB III PERANCANGAN SISTEM



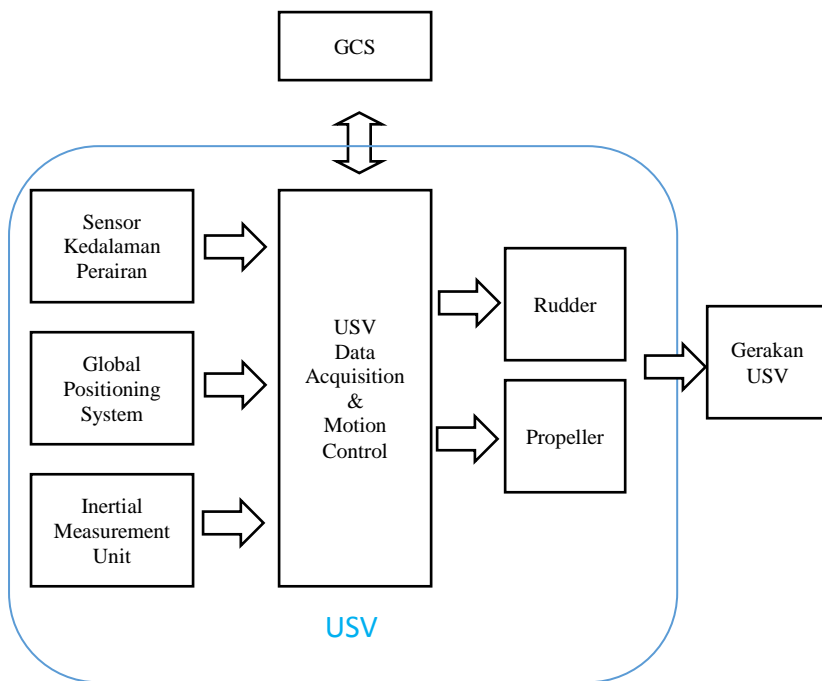
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilakukan dalam merancang dan membuat *Unmanned Surface Vehicle* untuk pemetaan kedalaman menggunakan navigasi GPS. Pada Gambar 3.1 dijelaskan mengenai sistem kerja dari kendali kapal untuk memetakan kedalaman perairan. USV ditempatkan dilingkungan perairan untuk memetakan kedalaman perairan. Ground Control Station mengatur parameter-parameter untuk USV dan GPS. Parameter input yang diatur berupa waypoint yang kemudian digunakan untuk menggerakkan USV kearah koordinat waypoint yang sudah diberikan untuk mengambil data kedalaman perairan. Data kedalaman pada USV dan GPS dikirim ke *Ground Control Station* secara *real time*. Setelah semua data hasil kedalaman diterima oleh GCS, data kedalaman diolah secara manual sehingga menghasilkan peta kedalaman perairan .

3.1 Unmanned Surface Vehicle

Didalam *Unmanned Surface Vehicle* (USV) terdapat beberapa sensor, aktuator dan kontroler seperti pada Gambar 3.2. Sensor yang dipakai adalah sensor kedalaman perairan, sensor GPS dan sensor kompas

atau IMU (Inertial Measurement Unit). Sensor kedalaman berfungsi untuk mengirimkan data kedalaman perairan. Sensor GPS dan IMU berfungsi sebagai penunjuk arah dari USV. Aktuator penggerak yang terdapat didalam USV adalah rudder dan propeller. Rudder berfungsi untuk mengarahkan USV ke kanan dan ke kiri. Propeller berfungsi untuk mengarahkan USV ke depan dan ke belakang. Akuisisi Data dari sensor ke GCS di kendalikan oleh arduino uno. Kendali penggerak navigasi kapal di kendalikan oleh ArdupilotMega.



Gambar 3.2 Diagram Blok USV

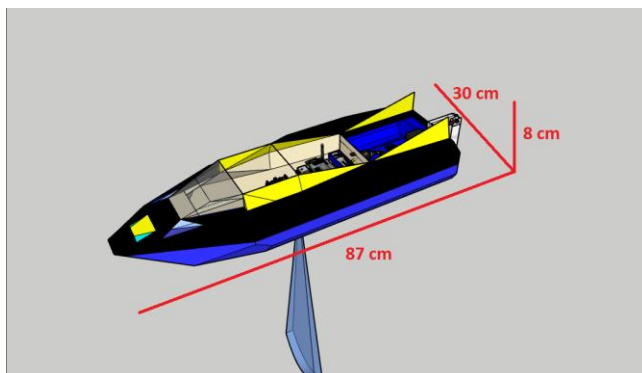
3.1.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada penelitian ini terdiri dari perancangan lambung kapal, serta sistem kemudi yang mengatur arah gerak pada kapal. Spesifikasi desain kapal ada pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi USV

<i>Tipe Hull</i>	<i>Multihull Catamaran</i>
<i>Dimensi Kapal</i>	<i>87 cm x 30 cm x 8 cm</i>
<i>Dimensi Rudder</i>	<i>13 cm x 3 cm</i>
<i>Diameter Propeller</i>	<i>40 mm</i>
<i>Bahan Dasar</i>	<i>Kayu Plywood</i>
<i>Berat Total</i>	<i>3,2 Kg</i>
<i>Jumlah Motor Brushless</i>	<i>1 Buah 880kV</i>
<i>Jumlah Motor Servo</i>	<i>1 Buah</i>
<i>Mode Kendali</i>	<i>Auto Waypoint</i>
<i>Monitoring Data</i>	<i>Realtime Telemetry</i>

3.1.1.1 Perancangan Hull (Lambung) Kapal



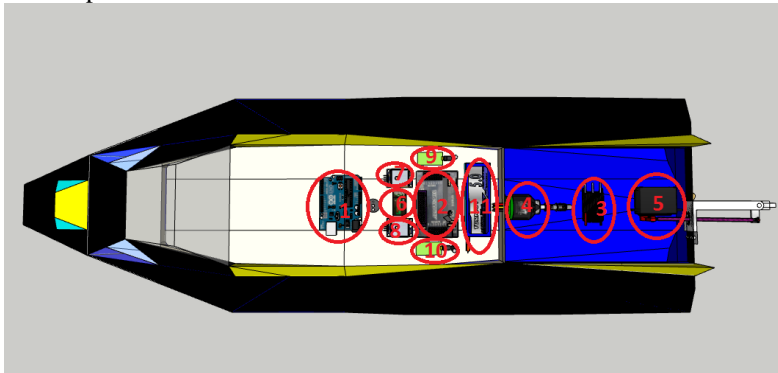
Gambar 3.3 Desain Lambung Kapal.

Perancangan lambung didesain dengan bentuk *multihull catamaran* atau katamaran dengan 2 lambung yang simetris pada sisi kanan dan kiri kapal, seperti pada Gambar 3.3. Setiap lambung memiliki 5 sekat ruang agar kapal memiliki ketahanan terhadap kebocoran dan keseimbangan yang baik. Bentuk lambung didesain untuk menghindari masalah stabilitas pada permukaan air, baik tenang maupun air berombak ringan.

Setelah perancangan fisik selesai, dilakukan penataan hardware yang akan digunakan yaitu, ardupilotmega sebagai kontroler utama dalam menggerakkan kapal secara autonomus, sensor inframerah sebagai pendeteksi kedalaman perairan, Global positioning system ublox neo 7m sebagai penentu dari USV dan arduino uno sebagai slave untuk membaca

hasil dari sensor inframerah seperti pada Gambar 3.4, Gambar 3.5, dan Gambar 3.6.

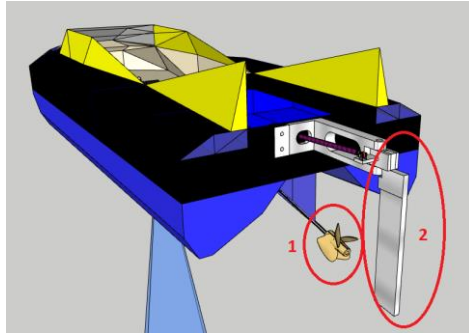
Desain lambung kapal ini dibuat dengan ukuran panjang 87 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 8 cm. Bahan dasar yang digunakan adalah kayu berjenis plywood. Material dasar kayu plywood memiliki kelebihan yaitu lebih kokoh dari kayu balsa, namun masih dalam kategori ringan dibandingkan dengan serat fiber. Pada realisasi rancangan desain kapal digunakan teknologi *laser cutting* agar hasil diinginkan lebih presisi. *Payload* kapal didesain menyatu dengan lambung kapal dan kedap air yang bertujuan agar titik berat *payload* bertumpu pada bagian tengah kapal dan dapat menampung dan melindungi komponen elektrik dan baterai. Kerangka lambung kapal dengan menggunakan bahan dasar kayu plywood dapat terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.4 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Atas

Keterangan:

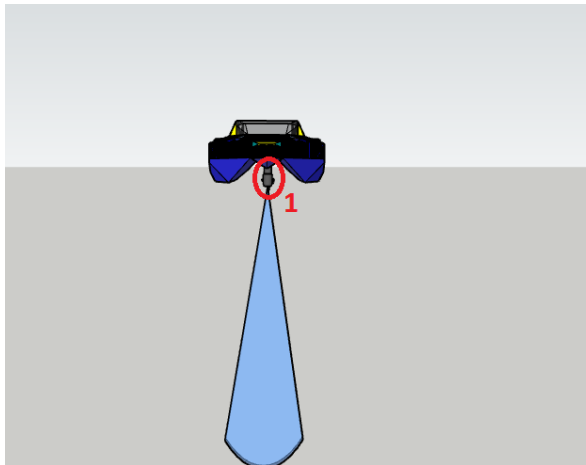
1. Arduino Uno
2. Ardupilot Mega 2.6
3. Electronic Speed Controler 30A
4. Motor Brushless DC 880kV
5. Motor Servo Metal Gear Waterproof 16.5 Kg
6. Modul Receiver Remote 2.4 GHz
7. Modul GPS Arduino Neo M7
8. Modul GPS Ardupilot Neo M8
9. Modul Telemetry Arduino 433 MHz
10. Modul Telemetry Ardupilot 915 MHz
11. BATERAI Lithium Polimer 5500 mAh



Gambar 3.5 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Belakang

Keterangan:

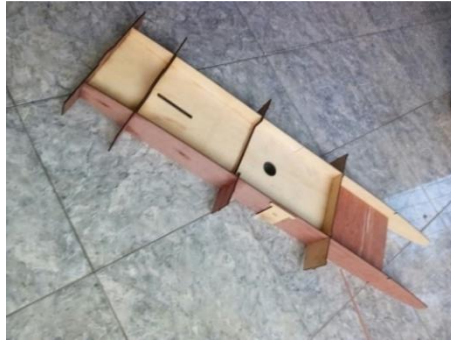
1. Propeller 3 daun dengan diameter 40 mm
2. Rudder 13 cm x 3 cm



Gambar 3.6 Desain Penempatan Hardware pada Kapal Tampak Depan

Keterangan:

1. Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F



Gambar 3.7 Kerangka Lambung Kapal.

Setelah kerangka dan lambung kapal terbentuk, kemudian dilakukan penambalan terhadap bagian-bagian yang memiliki celah sehingga tidak terjadi kebocoran. Penambalan ini dilakukan secara dua kali dengan percobaan kebocoran satu kali agar kapal diyakinkan dapat mengambang dengan sempurna tanpa ada kebocoran, kemudian kapal diberi alat penggerak atau sistem kemudi. Bentuk fisik lambung kapal yang telah dilapisi cat terlihat pada Gambar 3.8.



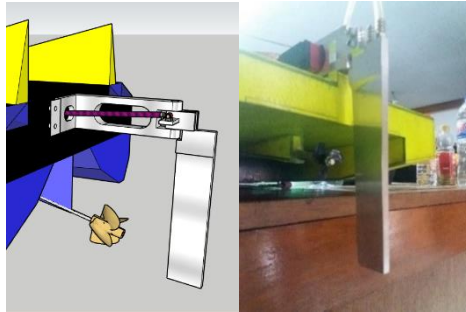
Gambar 3.8 Lambung Kapal yang Telah Jadi.

3.1.1.2 Perancangan Mekanik Rudder dan Propeller

Perancangan mekanik kemudi kapal mengadopsi sistem pendorong tunggal yang dipasang pada bagian belakang lambung seperti pada Gambar 3.9. Mekanik kemudi kapal terdiri atas *rudder* sebagai pengendali arah belok kapal dan *propeller* sebagai pengatur kecepatan laju kapal.

Pada pengaturan laju kapal, digunakan *propeller* dengan 3 daun. Sedangkan untuk mengatur arah jalan kapal, digunakan *rudder* dengan ukuran panjang 13cm dan lebar 3cm. Pengendalian mekanik kemudi

kapal menggunakan motor *brushless* DC dan motor servo. Konstruksi untuk sistem pendorong kapal terdiri atas motor *brushless* DC, *shaft* dan *propeller* kapal. Sedangkan untuk pengendalian mekanik kemudi kapal, digunakan motor servo, tuas pengait *rudder* dan *rudder* seperti pada Gambar 3.10.



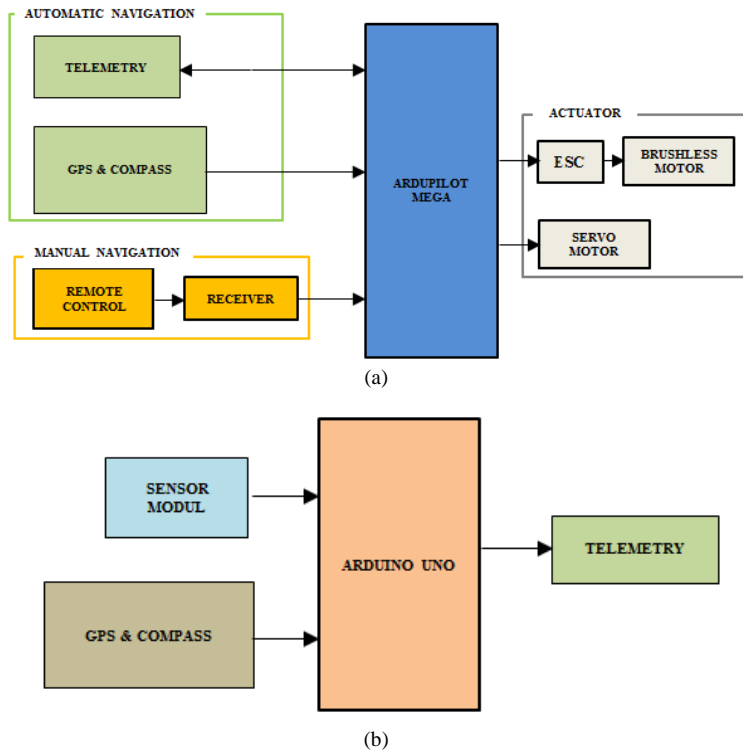
Gambar 3.9 Desain dan Realisasi Penempatan *Rudder* dan *Propeller* pada Kapal.



Gambar 3.10 Desain dan Realisasi Perancangan Sistem Kemudi Kapal.

3.1.2 Perancangan USV Data Acquisition & Motion Control

Perancangan akuisisi data USV dan *motion control* pada kapal tanpa awak (USV) ditunjukkan pada Gambar 3.11. *Hardware* dirancang secara sederhana dan *compact*. Catu daya dihasilkan oleh baterai 11.1 Volt berjenis *Li-Po* berukuran 5000mAh. Baterai *Li-Po* digunakan untuk memberi suplai tenaga pada sistem elektrik di kapal yaitu ardupilot mega, motor *brushless*, *electronic speed control* dan motor servo.



Gambar 3.11 (a) Blok Diagram *Motion Control* pada USV.
(b) Blok Diagram Akuisisi Data USV.

Sistem elektronik pada kapal ini berbasis AVR *embedded system* yang terdiri dari ardupilot mega sebagai *motion control* atau pengatur jalannya kapal dan arduino uno sebagai akuisi data atau pemrosesan data sensor. Pada ardupilot mega, input diberikan berupa *waypoint* melalui *radio telemetry* yang kemudian di proses oleh Ardupilot mega dengan membandingkan data koordinat yang diberikan melalui *mission planner* dengan sensor GPS yang kemudian digunakan untuk menggerakkan aktuator kearah koordinat *waypoint* yang sudah diberikan. Pada arduino uno digunakan untuk memproses data yang terbaca oleh sensor yang mengukur kedalaman air setiap detiknya, arduino uno akan mengirimkan data lokasi yang terbaca pada GPS menuju ke GCS melalui *radio*

telemetry. Pada perancangan sistem elektrik kapal, terdapat beberapa sensor yang digunakan seperti sensor digital kompas, GPS, sensor pendeteksi kedalaman air.

3.1.3 Perancangan Sensor Kedalaman

Desain sensor pendeteksi kedalaman air pada penelitian ini menggunakan metode inframerah dimana terdapat dua buah transducer yang diarahkan ke permukaan air. Transducer tersebut kemudian dibaca hasil lebar pulsanya. Pembacaan data dari sensor kemudian dibandingkan antara ketika sensor mengukur pada saat di udara dan ketika sensor mengukur pada saat di air.

Perancangan sensor pengukur kedalaman perairan menggunakan transducer sensor inframerah. Spesifikasi sensor inframerah GP2Y0A710K0F ditunjukkan pada Tabel 3.2. Modul ini terdiri dari kombinasi terpadu PSD (detektor posisi sensitif), IRED (pemancar inframerah dioda) dan sirkuit pemrosesan sinyal. Variasi reflektifitas objek, suhu lingkungan dan durasi operasi tidak mudah dipengaruhi jarak deteksi karena mengadopsi metode triangulasi. Perangkat ini menampilkan voltase yang sesuai dengan jarak deteksi. Rangkaian modul sensor dengan arduino uno terlihat pada Gambar 3.12.

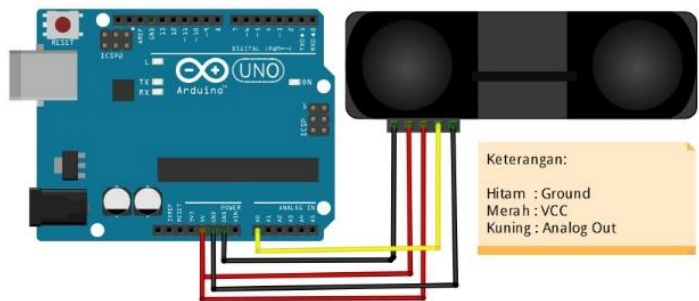
Tabel 3.2 Spesifikasi Sensor inframerah GP2Y0A710K0F.

<i>Operating voltage</i>	<i>DC 4.5 V – 5.5 V</i>
<i>Emitting wavelength range</i>	$\lambda = 870 \pm 70 \text{ nm}$
<i>Measuring Distance</i>	<i>100 to 550 cm</i>
<i>Consumption Current</i>	<i>3.4 mA</i>
<i>Operating Temperature</i>	$-10^{\circ} \text{C} \sim 60^{\circ} \text{C}$
<i>Size</i>	<i>58 x 17.6 x 22.5 mm</i>
<i>Pin</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>GND external GND</i> • <i>V_{CC} external 4.5 V – 5.5 V</i> • <i>V_O Output terminal analog voltage</i>

3.1.4 Perancangan Modul GPS dan IMU

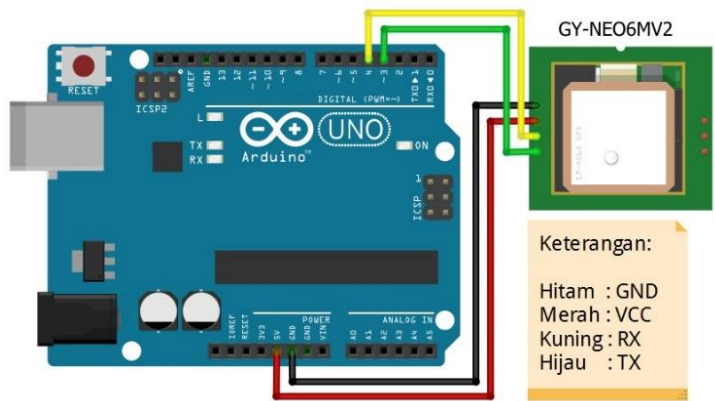
Desain arsitektur *hardware* kapal pada penelitian ini menggunakan sensor kompas digital untuk mengetahui arah dari kapal. Kompas ini mampu memberikan informasi arah secara mutlak berdasarkan magnet bumi. Dalam pengaplikasiannya, sensor kompas dikombinasikan dengan

modul ardupilot sebagai bagian dari sistem navigasi otomatis untuk menentukan arah kapal terhadap arah tujuan.



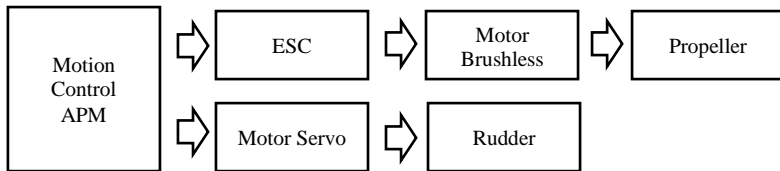
Gambar 3.12 Perancangan Modul Sensor pada Arduino Uno.

GPS menyediakan informasi dan waktu disemua kondisi cuaca, dimanapun tempatnya yang terjangkau oleh satelit. Penggunaan GPS pada penelitian ini yaitu menggunakan GPS tipe Ublox Neo 6M GPS dan MAG yang terintegrasi dengan modul ardupilot mega. GPS adalah sensor utama dalam melakukan navigasi otomatis dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Rangkain modul GPS dengan arduino uno terlihat pada Gambar 3.13



Gambar 3.13 Rangkain Modul GPS dengan Arduino Uno

3.2 Pengaturan Gerakan USV



Gambar 3.14 Pengaturan Gerakan USV

Pengaturan gerakan USV diatur menggunakan kendali PID dengan diagram blok seperti pada Gambar 3.14. Kendali ini digunakan untuk mengatur kecepatan dan *throttle* pada motor *brushless* sehingga dapat menggerakkan rudder. Kendali ini juga mengatur tingkat kemudi pada motor servo untuk menggerakkan rudder. Kendali ini bertujuan agar USV dapat berjalan dengan kecepatan yang sesuai dan bermanuver ke arah waypoint yang diinginkan. Parameter kendali PID dapat diatur melalui konfigurasi tuning pada *software mission planner* seperti pada Gambar 3.15. Prinsip dari pengaturan ini membaca data dari sensor, dan memberitahu motor seberapa cepat motor tersebut berputar dan mendapatkan stabilitas yang diinginkan.



Gambar 3.15 Pengaturan Parameter Kendali PID

Pengaturan PID untuk mengatur kecepatan dan *throttle* pada motor *brushless*:

- Parameter FF harus tetap nol karena *cruise throttle* dan *cruise speed* digunakan untuk mengkalkulasikan *throttle* untuk menghilangkan umpan maju
- Parameter P diatur terlebih dahulu. Apabila kecepatan USV tersentak-sentak dan tidak stabil, maka parameter ini harus dikurangi. Jika percepatan terlalu lambat, maka parameter ini harus ditingkatkan.
- Parameter I berfungsi untuk mengkoreksi jangka panjang. Apabila USV tidak pernah mencapai kecepatan yang diinginkan, maka parameter ini harus ditingkatkan. Apabila kecepatan USV berosilasi terlalu lambat, maka parameter ini harus dikurangi.
- Parameter D berfungsi untuk menstabilkan output dengan melawan perubahan kecepatan jangka pendek.

Pengaturan PID untuk mengatur tingkat kemudi pada motor servo:

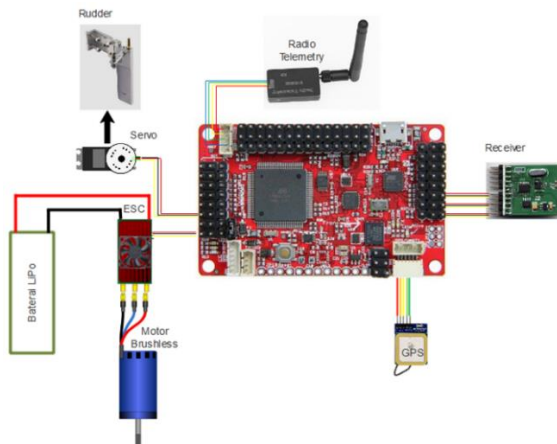
- Parameter FF berfungsi untuk mengubah tingkat rotasi yang diinginkan. Apabila respon belok pada USV lambat, maka parameter ini harus ditingkatkan. Apabila kendaraan terus-menerus terjadi *overshooting* pada belok yang diinginkan, maka parameter ini harus dikurangi.
- Parameter P berfungsi untuk mengkoreksi kesalahan jangka pendek. Dapat diberikan nilai 0 atau nilai yang sangat rendah apabila parameter FF diatur dengan baik. Apabila diatur terlalu tinggi, maka kecepatan rotasi akan berosilasi. Parameter P harus lebih rendah daripada parameter FF.
- Parameter I berfungsi untuk mengoreksi jangka panjang. Apabila USV tidak pernah mencapai kecepatan belok yang diinginkan, maka parameter ini harus ditingkatkan. Apabila kecepatan belok kendaraan perlahan-lahan berosilasi maka parameter I harus dikurangi.
- Parameter D berfungsi untuk menstabilkan *output* dengan melawan perubahan jangka pendek dalam tingkat belokan. Parameter ini sering diatur dengan nilai 0.

3.3 Ground Control Station

Ground Control Station (GCS) berfungsi untuk mengirim perintah untuk menjalankan USV, menerima data hasil kedalaman dan memetakan hasil kedalaman. Pengaturan parameter untuk menjalankan navigasi waypoint dilakukan pada GCS. Pengiriman data dari USV ke GCS menggunakan frekuensi 433 MHz dan 915 MHz.

3.3.1 Perancangan Navigasi Waypoint dan Manual

Perancangan sistem navigasi pada kapal terdiri dari sistem navigasi otomatis *waypoint* dan perancangan sistem navigasi manual. Sistem navigasi *waypoint* merupakan salah satu sistem navigasi otomatis yang mengacu pada titik-titik *waypoint* berupa koordinat *longitude* dan *latitude* yang telah ditentukan. Pada penelitian ini sistem navigasi *waypoint* menggunakan ardupilot mega (APM). Modul APM telah mendukung sistem yang dapat diterapkan pada kapal yang telah diintegrasikan dengan GPS Ublox Neo 6m dan kompas digital. Dengan sistem autopilot yang terdapat pada modul APM, memungkinkan kapal untuk mencapai *waypoint* yang telah ditentukan. *Waypoint* dapat ditandai dengan program aplikasi yang mendukung pada modul ardupilot tersebut seperti program *computer mapping* atau *mission planner*. Hasil integrasi modul ardupilot dengan sistem navigasi pada kapal terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Perancangan Modul Ardupilot yang Terintegrasikan dengan Aktuator Kapal.



Gambar 3.17 Penentuan *Waypoints* Menggunakan Aplikasi Mission Planner.

Contoh pengaturan *waypoints* melalui program *mission planner* seperti terlihat pada Gambar 3.17 yang nantinya akan dilakukan pengunggahan kedalam modul ardupilot sebagai acuan target navigasi secara otomatis berdasarkan *waypoints* pada kapal.

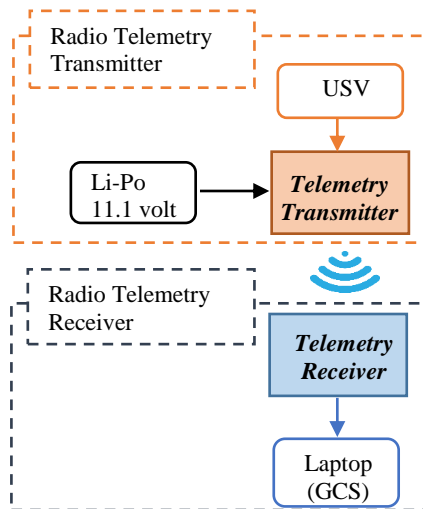
Sistem navigasi manual pada kapal digunakan untuk dapat menggerakkan kapal secara manual menggunakan remote kontrol (RC) apabila terjadi *error* atau menggerakkan kapal menuju tempat tertentu yang tidak dapat dijangkau pada sistem navigasi otomatis. Pada perancangan sistem navigasi manual ini, remote kontrol yang digunakan adalah *remote control* merk FLY SKY dengan tipe FS-GT3B 2.4 GHz yang memiliki 3 kanal (*channel*) kerja. Fungsi kanal pada remote kontrol menyesuaikan kebutuhan pada proyek akhir ini. Sistem navigasi manual memanfaatkan beberapa kanal pada remote kontrol sebagai bagian dari pengaturan kecepatan dan kemudi kapal.

3.3.2 Perancangan Komunikasi GCS dan Kapal

Perancangan sistem komunikasi kapal menggunakan sebuah modul *radio telemetry* yang telah terintegrasi dengan sistem *autonomous* pada

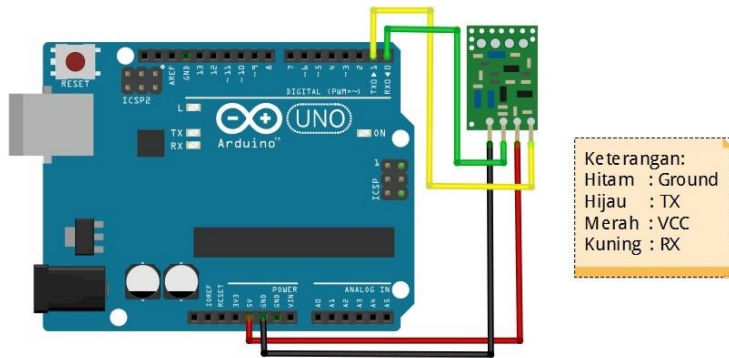
kapal. Perancangan sistem komunikasi ini dilakukan dengan mengirimkan data secara terus menerus untuk sistem *autonomous* dan mengirimkan data lokasi apabila sensor inframerah mendeteksi kedalaman pada perairan yang dilalui oleh kapal dengan memanfaatkan modul *radio telemetry*.

Perangkat *radio telemetry* ini terdiri dari bagian pemancar dan penerima yang memiliki frekuensi kerja 915 MHz pada modul ardupilot mega dan frekuensi kerja 433 MHz pada arduino uno. Perancangan sistem komunikasi ini terlihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Blok Diagram Sistem Komunikasi Ardupilot Mega dengan *Ground Control Station*.

Hasil penerapan sistem komunikasi dengan *ground control station* terlihat seperti pada Gambar 3.19 yang terdiri dari penempatan modul *radio telemetry transmitter* pada bagian lambung kapal. Sedangkan pada bagian *receiver* yang diletakkan pada *ground control station*, dihubungkan pada laptop.



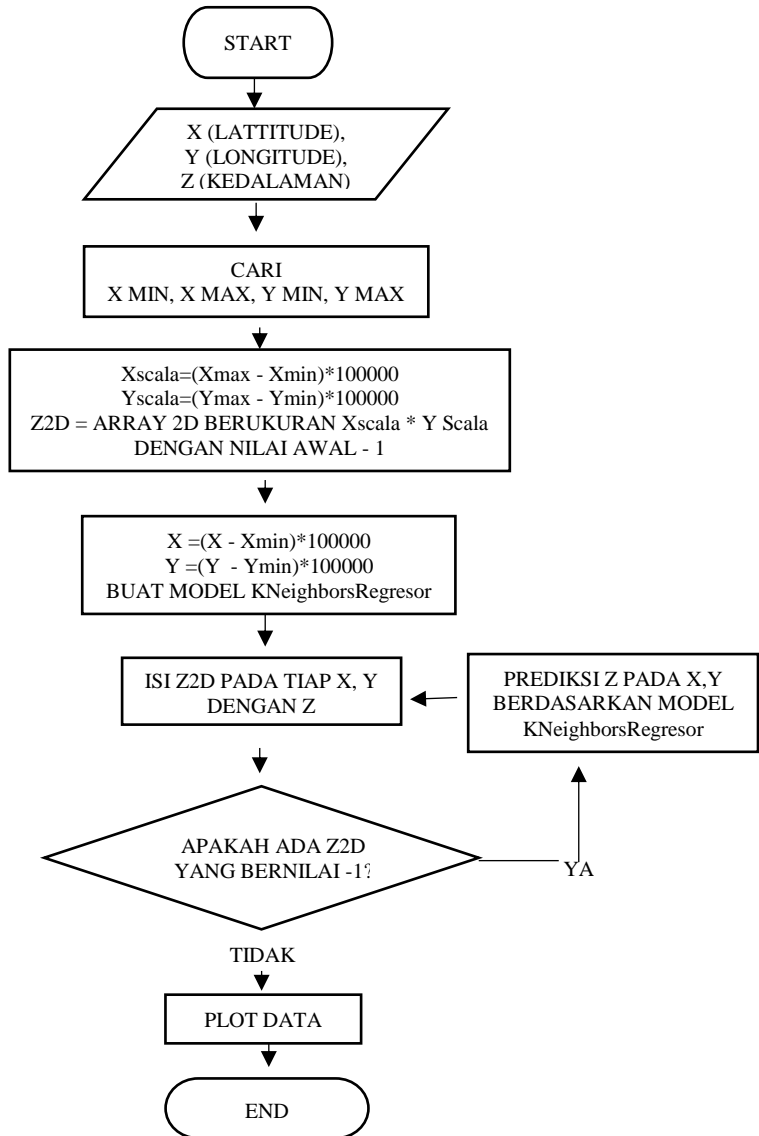
Gambar 3.19 Perancangan Modul *Radio Telemetry* pada Arduino.

3.4 Peta Perairan

Pada pengolahan data, digunakan plotting 3d dengan bahasa python. Data yang diambil pada perangkat diolah secara offline dengan mengkonversi data kedalam text. Data tersebut diolah untuk membentuk peta tiga dimensi. Dengan menggunakan library matplotlib dapat bentuk sebuah grafik tiga dimensi. Diagram alir pengolahan peta dalam air seperti pada Gambar 3.20. Program yang digunakan untuk memplot grafik tiga dimensi adalah sebagai berikut:

```
surf = ax.plot_surface(normalized_X, normalized_Y,
np.transpose(normalized_CO), cmap=cm.jet,
                    linewidth=0, antialiased=False)

ax.zaxis.set_major_locator(LinearLocator(10))
ax.xaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%f'))
ax.yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%f'))
ax.zaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))
```



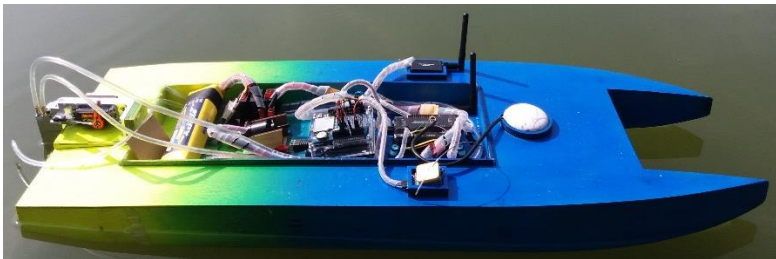
Gambar 3.20 Diagram Alir Pengolahan Peta Kedalaman Air

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Untuk mengetahui bahwa alat telah bekerja dengan benar, maka perlu dilakukan pengujian bagian – bagian sistem yang diterapkan pada kapal tanpa awak (USV) untuk mengetahui kesesuaian dari sistem dengan target ketercapaian yang nantinya akan diintegrasikan pada sistem secara keseluruhan yang diterapkan pada kapal. Gambar dari alat yang berhasil direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 4.1, sedangkan skema pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.2.

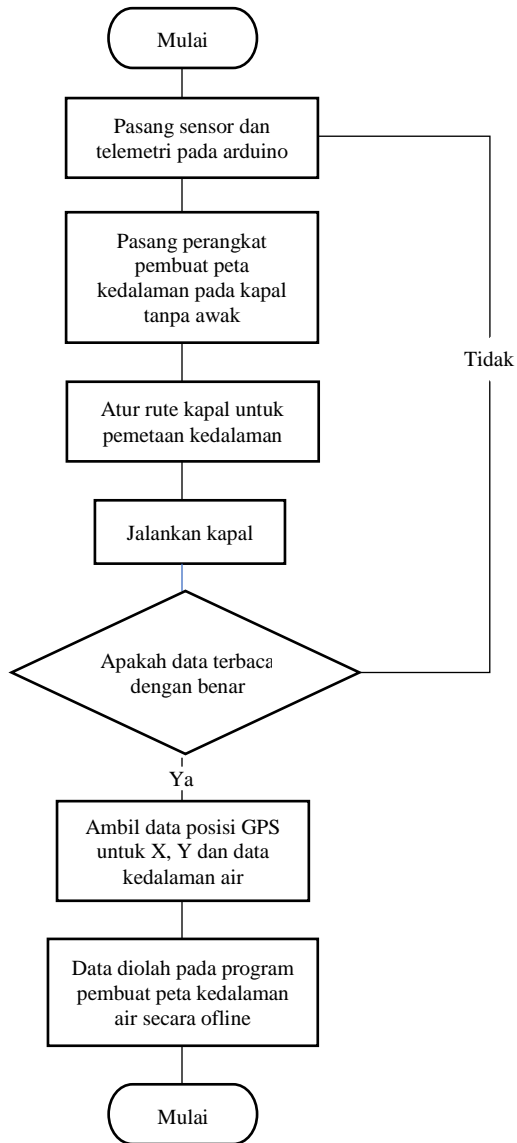


Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat

Proses pengujian pada penelitian ini menjadi beberapa proses pengujian, antara lain:

1. Pengujian lambung kapal,
2. Pengujian sistem actuator,
3. Pengujian GPS,
4. Pengujian navigasi *waypoint* dengan modul ardupilot,
5. Pengujian sensor pengukur jarak pada udara,
6. Pengujian sensor pengukur jarak pada air,
7. Pengujian sistem komunikasi menggunakan *radio telemetry*.

Pengujian alat ini dilakukan di danau 8 ITS. Lokasi Pengujian dilihat melalui google maps diperlihatkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Skema Pengujian Keseluruhan Sistem



Gambar 4.3 Danau 8 ITS Dilihat Dari Google Maps.

4.1 Pengujian Lambung Kapal

Pengujian lambung kapal bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya tampung *payload* pada kapal. Prosedur untuk pengujian lambung kapal antara lain:

- a. Proses pembebanan *payload* kapal dilakukan secara bertahap dengan melakukan penambahan beban sebesar 0,5 kg.
- b. Proses pembebanan kapal didasarkan pada titik bagian lambung kapal yang masuk kedalam air dengan maksimal ketinggian 8cm seperti pada Gambar 4.4.

Hasil dari pengujian pembebanan lambung kapal tertera pada Tabel 4.1 dengan ketentuan seperti pada prosedur sebelumnya.

4.2 Pengujian Sistem Aktuator

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari motor servo dengan pengaturan input *duty cycle* PWM dari mikrokontroler dan mendapatkan nilai PWM yang dibutuhkan oleh motor servo untuk setiap perubahan sudut 0 sampai 180 derajat.



Gambar 4.4 Pengujian Pembebanan Kapal.

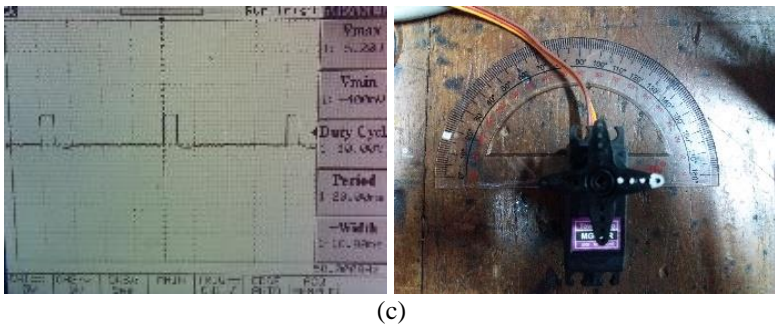
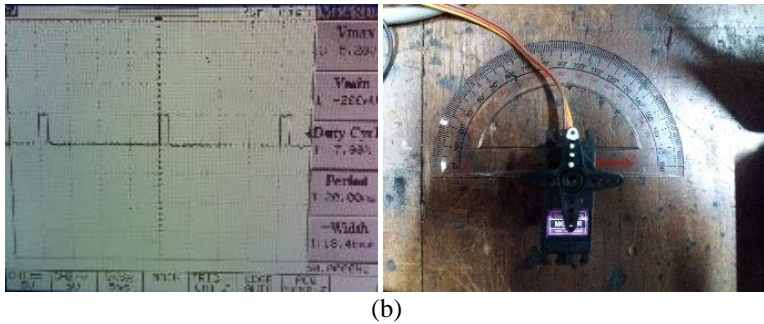
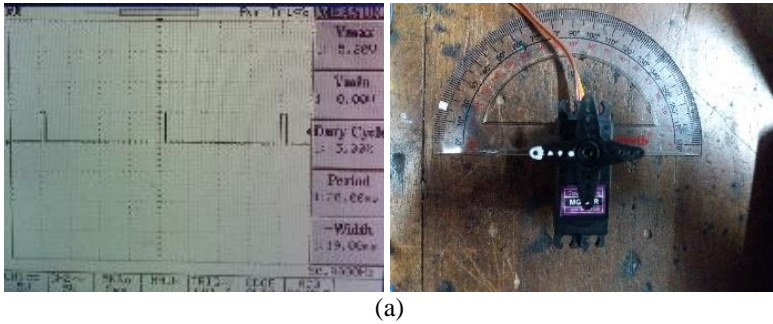
Tabel 4.1 Data Pengujian Pembebanan pada Kapal.

No	Berat <i>payload</i> (gram)	Tinggi Titik Apung (cm)	Titik Apung Kapal (%)
1	0	2,0	25,00%
2	500	2,5	31,25%
3	1000	3,0	37,50%
4	1500	3,5	43,75%
5	2000	4,0	50,00%
6	2500	4,5	56,25%
7	3000	5,0	62,50%
8	4000	6,0	75,00%
9	5000	7,0	87,50%
10	6000	7,99	99,87%
11	7000	<i>Overload</i>	<i>Overload</i>

Prosedur pengujian awal dilakukan pengaturan masukan *duty cycle* dari mikrokontroler sebagai bahan untuk mengatur sistem aktuator motor servo. Pengaturan prosentase *duty cycle* dapat dihitung berdasarkan persamaan 4.1 sebagai berikut:

$$\%duty\ cycle = (Th / T) \times 100\% \quad (4.1)$$

Dimana T_h adalah Periode high dengan satuan millisecond (ms). T adalah periode total dengan satuan milisecond (ms). Pengambilan data nilai *duty cycle* PWM pada motor servo dilakukan dengan cara mengirimkan sinyal frekuensi sebesar 50Hz dan dengan waktu T_{ON} 1 – 2 ms. Pengujian data pada sudut 0^0 , 90^0 , dan 180^0 . Data yang telah diambil dibandingkan dengan perhitungan secara teori untuk mengetahui prosentase error dari hasil pengujian. Hasil pengujian dari sistem aktuator dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.2.



Gambar 4.5 Pengujian Perubahan Sudut Motor Servo. (a) Sinyal PWM 1 mS, (b) Sinyal PWM 1,5mS, (c) Sinyal PWM 2,0 mS.

Tabel 4.2 Data Pengujian Perubahan Sudut Motor Servo.

Duty Cycle (%)	Periode Output		Pergerakan Sudut Servo (Derajat)		Error (%)
	Th(mS)	T (mS)	Hasil Pengujian	Teori	
5	1	20	5	0	2.7 %
7.5	1.5	20	91	90	0.5 %
10	2	20	170	180	5.5 %

4.3 Pengujian Sensor GPS Ublox Neo M7

Pengujian GPS dengan cara membandingkan nilai GPS acuan dengan nilai GPS yang dihasilkan oleh sensor GPS Ublox Neo M7. Data perbandingan GPS yang diakses yaitu *longitude* dan *latitude*. Pengujian mengambil beberapa titik lokasi berbeda yaitu di depan kelas C-111, plaza bagian barat, danau 4 meter bagian barat, selatan lapangan futsal, selatan parkir motor, utara parkir mobil, lantai 4 gedung lantai 4 gedung AJ bagian barat, lantai 4 gedung AJ bagian timur, lantai 4 gedung B bagian timur, lantai 4 gedung B bagian bagian barat Teknik Elektro ITS seperti yang ada pada Gambar 4.6. Hasil pengujian sensor GPS dengan GPS acuan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor GPS dengan GPS acuan

No	GPS Acuan		Sensor GPS		Error		
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude (%)</i>	<i>Longitude (%)</i>	Selisih (Meter)
1	-7.284620	112.795625	-7.284618	112.795623	0.00002745510	0.00000177312	0.31
2	-7.285044	112.795486	-7.285058	112.795486	0.00019217454	0.00000000000	1.55
3	-7.285428	112.795425	-7.285429	112.795425	0.00001372603	0.00000000000	0.11
4	-7.285652	112.796043	-7.285702	112.796043	0.00068628038	0.00000000000	5.53
5	-7.285552	112.796901	-7.285510	112.796890	0.00057648343	0.00000975204	4.80
6	-7.284867	112.796998	-7.284827	112.796958	0.00054908346	0.00003546194	6.25
7	-7.285373	112.795816	-7.285373	112.795845	0.00000000000	0.00002571017	3.20
8	-7.285373	112.796298	-7.285373	112.796333	0.00000000000	0.00062342472	3.86
9	-7.284924	112.796415	-7.284917	112.796417	0.00009608885	0.00068752185	0.81
10	-7.284907	112.795821	-7.284870	112.795822	0.00050789941	0.00000088656	4.09



Gambar 4.6. Lokasi Pengujian Dilihat Melalui Google Maps.

4.4 Pengujian Navigasi Waypoints Ardupilot Mega

Pengujian navigasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi GPS dalam pencapaian target *waypoint* yang telah ditentukan pada sistem navigasi. Sistem navigasi menggunakan modul ardupilot yang telah terintegrasi dengan GPS u-blox NEO-6M dan digital kompas HMC5883L. *Update rate* sistem GPS sebesar 10Hz.

Prosedur pengujian pertama-tama ditentukan titik *waypoints* dengan bentuk melingkar, persegi dan zigzag. Dalam pengujian ini modul ardupilot diintegrasikan dengan sistem aktuator pada kapal.

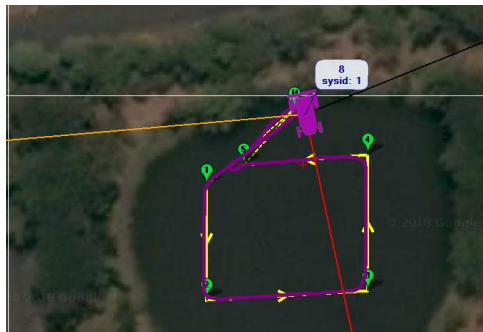
Prosentase kecepatan pada pengujian navigasi didasarkan pada prosentase pengaturan pada *mission planner* yang diolah oleh ardupilot kemudian dihubungkan pada ESC dan motor *brushless* DC pada kapal. Hasil pengujian dengan *waypoints* navigasi dapat dilihat pada Gambar 4.7 dengan pengaturan sesuai prosedur.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.7. Hasil Pengujian Sistem Navigasi *Waypoint*, (a) Lintasan Melingkar, (b) Lintasan *Zig-Zag*, (c) Lintasan Kotak.

Dari pengujian sistem navigasi *waypoint* ardupilot mega dapat terlihat bahwa pergerakan kapal telah berhasil mengikuti garis lintasan yang telah diberikan dari *mission planner*. Pembacaan kecepatan pada software *mission planner* adalah sebesar 0.5 m/s dengan parameter PID yang diinputkan k_P 0.7, k_I 0.2, dan k_D 0.2. Garis berwarna kuning pada Gambar 4.7 adalah lintasan *waypoint* yang diberikan dan garis berwarna ungu adalah hasil trayektori dari USV.

4.5 Pengujian Sensor Jarak Pada Saat Di Udara

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitivitas dari sensor inframerah dalam mendeteksi jarak pada saat di udara. Pada pengujian ini menggunakan 3 macam tipe sensor yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik sensor yang sesuai untuk pengukuran di air. Prosedur pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor inframerah dengan analog pin dari arduino uno. Sistem pengambilan data dengan mengarahkan pada dinding dengan rentang jarak 4 cm sampai dengan 30 cm untuk sensor tipe Sharp GP2Y0A41SK0F, 20 cm sampai dengan 150 cm untuk sensor tipe Sharp GP2Y0A02YK0F, dan 5 cm sampai dengan 575 cm untuk sensor tipe GP2Y0A710K0F. Data yang dibaca adalah perbedaan tegangan setiap rentang 1 cm untuk sensor GP2Y0A41SK0F. Sedangkan untuk sensor GP2Y0A02YK0F dan GP2Y0A710K0F setiap rentang 5 cm.

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian sensor GP2Y0A41SK0F pada median udara yang berdasarkan datasheetnya dapat mengukur jarak antara 4 cm sampai dengan 30 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.8 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.

Tabel 4.5 merupakan hasil pengujian sensor GP2Y0A02YK0F pada median udara yang berdasarkan datasheetnya dapat mengukur jarak antara 20 cm sampai dengan 150 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.9 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.

Tabel hasil pengujian sensor GP2Y0A710K0F terlampir pada lampiran 3. Pengujian ada pada median udara yang berdasarkan datasheetnya dapat mengukur jarak antara 100 cm sampai dengan 550 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.10 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.

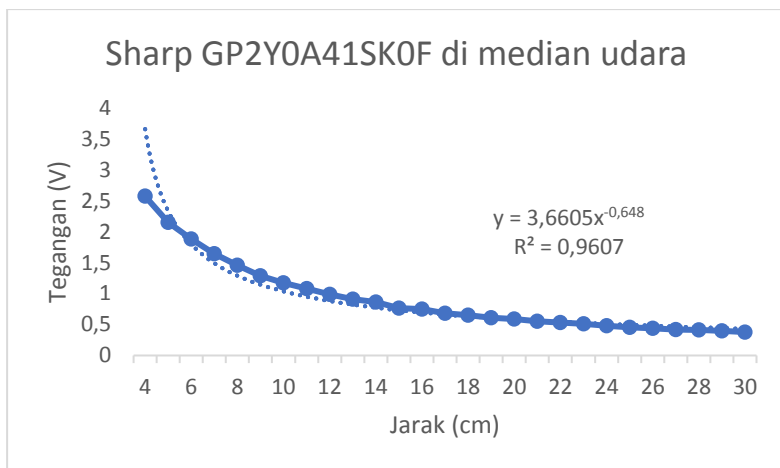
4.6 Pengujian Sensor Jarak Pada Saat Di Air

Pada pengujian sensor jarak ini bertujuan untuk mengetahui apakah metode inframerah dapat mendeteksi jarak pada median air dan mengetahui tingkat keakurasian pembacaan dari sensor. Pengujian

dilakukan disebuah kolam, dimana sensor inframerah diletakkan diatas permukaan air. Tempat pengujian ini dilakukan di sebuah kolam dengan ukuran kolam 6,5 x 11 meter dimana kedalaman ini bervariasi antara 30 cm sampai dengan kedalaman 120 cm. Prosedur pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor inframerah dengan analog pin dari arduino uno. Karena tinggi kolam hanya 120 cm maka, pengambilan data dilakukan hanya sebatas tinggi kolam.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Udara.

Sharp GP2Y0A41SK0F di Median Udara		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	ADC
30	0,379	78
29	0,399	82
28	0,414	84
27	0,418	86
26	0,437	90
25	0,456	94
24	0,480	99
23	0,513	107
22	0,533	111
21	0,552	115
20	0,588	124
19	0,612	126
18	0,649	134
17	0,682	142
16	0,749	157
15	0,765	165
14	0,862	176
13	0,910	190
12	0,986	206
11	1,081	227
10	1,174	246
9	1,290	270
8	1,457	305
7	1,646	341
6	1,885	392
5	2,152	455
4	2,574	550

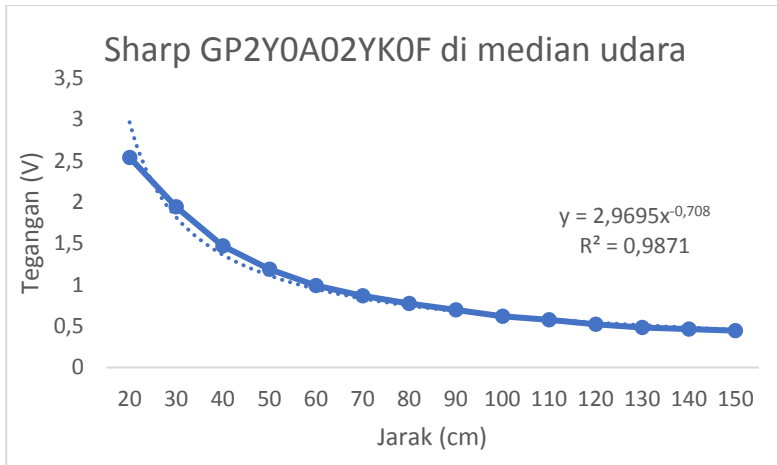


Gambar 4.8 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Udara

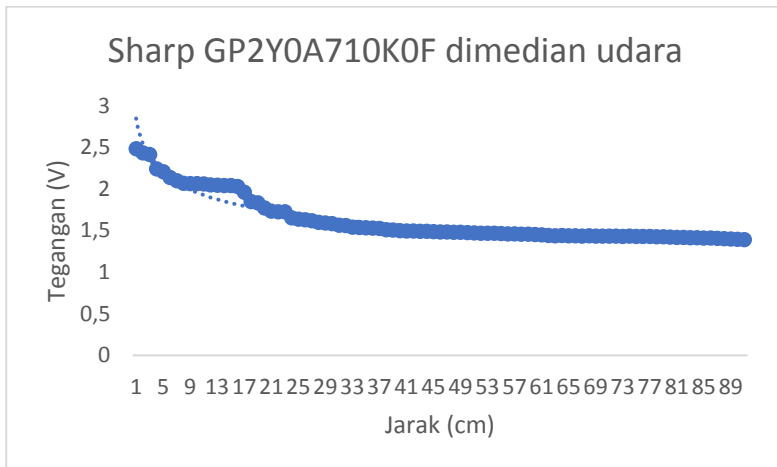
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Udara.

Sharp GP2Y0A02YK0F di median udara		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
150	0,446	93
140	0,465	97
130	0,484	100
120	0,522	111
110	0,578	121
100	0,619	129
90	0,696	146
80	0,773	163
70	0,869	183
60	0,991	208
50	1,191	251
40	1,472	310
30	1,944	408
20	2,543	537

Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian sensor GP2Y0A41SK0F pada median air yang dapat mengukur jarak antara 4 cm sampai dengan 19 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.11 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.



Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Udara

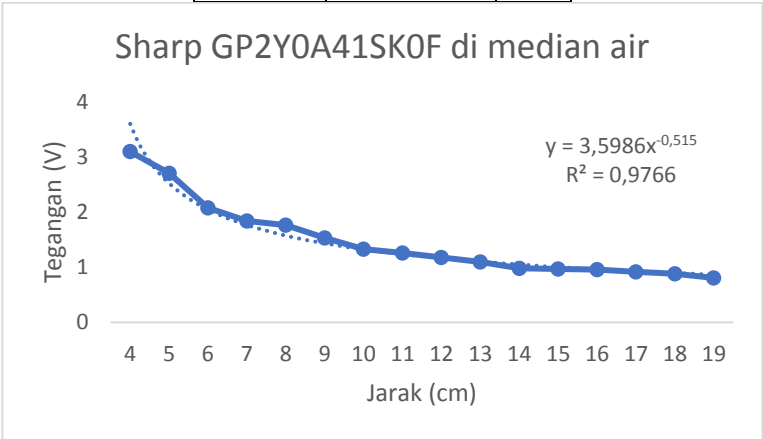


Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A710K0F.

Tabel 4.7 merupakan hasil pengujian sensor GP2Y0A02YK0F pada median air yang dapat mengukur jarak antara 20 cm sampai dengan 65 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.12 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Air.

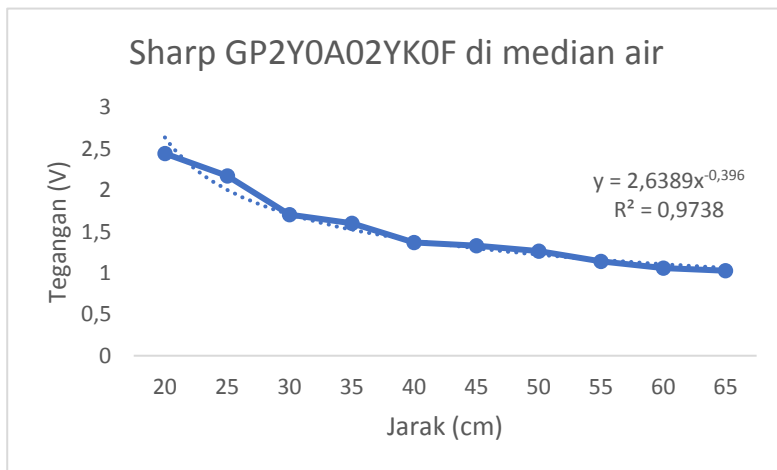
Sharp GP2Y0A41SK0F di median air		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	ADC
25	0,896	195
24	0,752	153
23	0,853	178
22	0,792	161
21	1,094	239
20	1,281	256
19	0,806	165
18	0,880	180
17	0,918	191
16	0,957	199
15	0,970	202
14	0,980	207
13	1,098	231
12	1,179	247
11	1,255	263
10	1,330	290
9	1,533	320
8	1,765	377
7	1,840	393
6	2,073	430
5	2,705	570
4	3,094	654
3	2,901	612
2	2,978	631
1	2,258	456



Gambar 4.11 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A41SK0F di Median Air

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air.

Sharp GP2Y0A02YK0F di median air		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
90	1,252	358
85	1,014	237
80	1,043	269
75	1,223	304
70	1,058	271
65	1,027	267
60	1,058	271
55	1,141	299
50	1,266	311
45	1,332	330
40	1,367	341
35	1,601	370
30	1,707	427
25	2,174	459
20	2,444	519
15	2,409	512
10	1,842	395
5	1,515	220

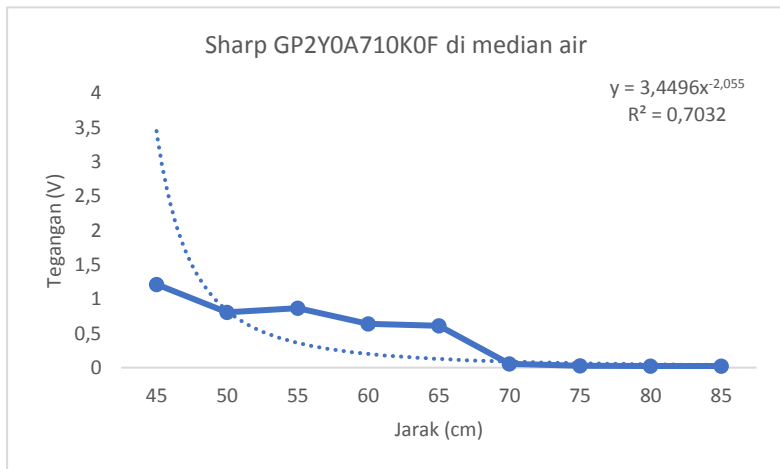


Gambar 4.12 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air

Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian sensor GP2Y0A710K0F pada median air yang dapat mengukur jarak antara 45 cm sampai dengan 85 cm. Data hasil pengukuran Gambar 4.13 dapat diketahui perubahan nilai tegangan terhadap jarak.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Sensor GP2Y0A02YK0F di Median Air.

Sharp GP2Y0A710K0F di median air		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
5	1,606	390
10	0,302	73
15	2,44	674
20	0,335	134
25	1,092	451
30	0,531	226
35	0,558	113
40	0,671	179
45	1,214	275
50	0,805	195
55	0,869	217
60	0,637	178
65	0,609	185
70	0,053	11
75	0,028	13
80	0,023	12
85	0,023	12



Gambar 4.13 Grafik Pengujian Sensor GP2Y0A710K0F di Median Air

Dari data diatas dapat diketahui bahwa sensor yang dapat digunakan untuk pengukuran terjauh pada median air adalah GP2Y0A710K0F dengan jangkauan 85 cm pada pengujian air bening.

4.7 Pengujian Komunikasi *Radio Telemetry*

Pengujian dari sistem komunikasi *radio telemetry* bertujuan untuk mengetahui efisiensi dan jarak maksimal dari sistem pengiriman data dari kapal menuju ke *ground control station* yang berada di daratan.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Komunikasi *Radio Telemetry*.

No	Frekuensi	Jarak Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1	915 MHz	100 meter	Berhasil	Pengujian di lokasi / area terbuka (outdoor)
2	915 MHz	200 meter	Berhasil	
3	915 MHz	300 meter	Berhasil	
4	915 MHz	400 meter	Berhasil	
5	915 MHz	500 meter	Berhasil	
6	915 MHz	600 meter	Berhasil	
7	915 MHz	700 meter	Gagal	

Prosedur dari pengujian ini adalah menghubungkan rangkaian *telemetry* sisi *transmitter* pada arduino yang telah diberi catu daya. Pada *telemetry receiver* dihubungkan dengan PC dan aplikasi serial monitor. Pengujian pertama *radio telemetry receiver* dan *transmitter* ditempatkan pada ruang terbuka. Hasil pengujian di ruang terbuka dapat dilihat pada Tabel 4.9.

4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketercapaian sistem dalam melakukan navigasi berdasarkan titik koordinat GPS pada lokasi pengujian. Serta menguji keberhasilan pendeteksian sensor secara *real time* pada area rute navigasi.

Prosedur pengujian akhir sistem yang pertama kali dilakukan adalah pengaturan titik-titik *waypoint* menggunakan aplikasi *mission planner* yang nantinya akan diupload kedalam modul APM sebagai target rute navigasi. Lokasi pengujian bertempat di Danau Delapan ITS. Pengambilan data pada pengujian akhir ini dengan memantau nilai kedalaman dan posisi koordinat yang terbaca oleh sensor pada *ground control station*. Posisi kapal saat mencapai *home* ditunjukkan pada Gambar 4.14. Hasil pengujian navigasi kapal dapat dilihat pada Tabel 4.10.



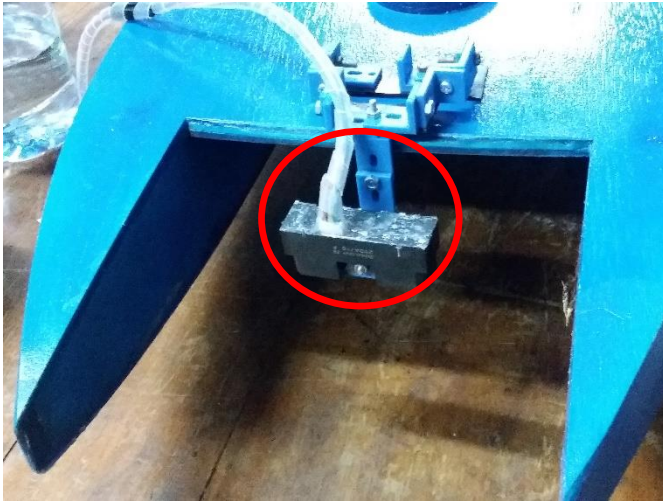
Gambar 4.14 Posisi kapal saat di Home.

Tabel 4.10. Hasil pengujian navigasi

Percobaan Ke-	Hasil Pengujian Navigasi				
	Home-WP1	WP1 – WP2	WP3- WP4	WP4 – WP5	WP6- WP7
1	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses
2	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses
3	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses
4	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses
5	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses	Sukses

Kemudian untuk pengujian sensor jarak dilakukan di median air dan akan mengirimkan lokasi setiap detiknya ke *ground control station*. Data lokasi yang dikirimkan oleh Arduino Uno cukup akurat dengan pergeseran sebesar 30cm, hal ini diakibatkan karena posisi sensor dan GPS tidak dalam satu titik.

Untuk pengujian keseluruhan sistem, sensor jarak dipasang pada lambung kapal seperti pada Gambar 4.15 yang kemudian dipantau pembacaan kedalamannya dan diamati apakah sistem dapat mengirimkan lokasi dari tempat pengujian menuju *ground control station*.



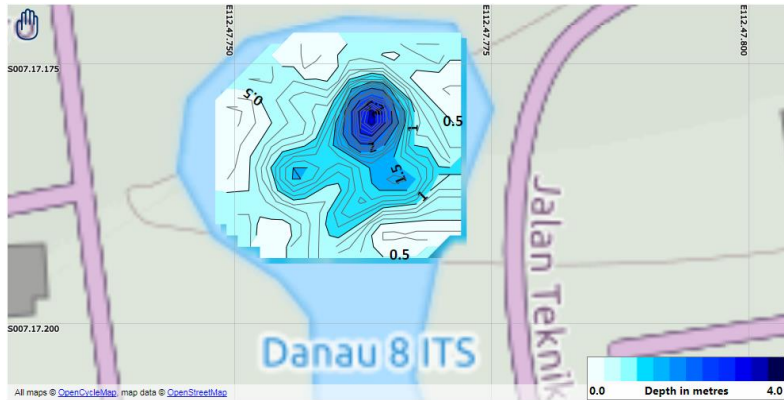
Gambar 4.15 Peletakan Sensor Pendeteksi Kedalaman Air pada Lambung Kapal Bagian Depan.



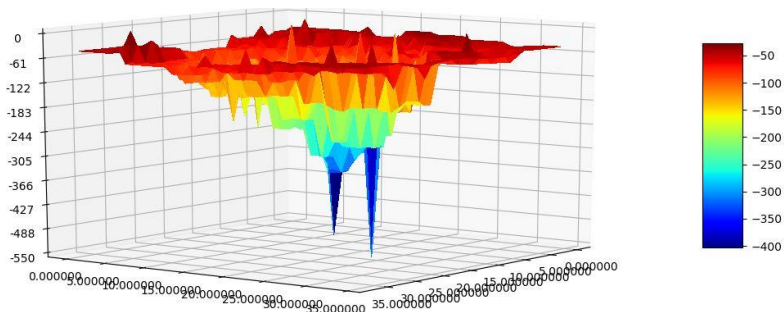
Gambar 4.16 Rute Pengujian Sistem Autonomus dengan Pembacaan Sensor Secara *Realtime*.

Dari hasil pengujian, kapal dapat berjalan secara *autonomous* dan mengirimkan data sensor secara *realtime* ke *ground control station* menggunakan *radio telemetry* dengan rute seperti terlihat pada Gambar 4.16. Data lokasi dan kedalaman yang terlampir pada lampiran 4 akan dirubah menjadi peta kontur dengan menggunakan software reefermaster seperti pada Gambar 4.17, sedangkan hasil data untuk model 3D

menggunakan software Pycharm sehingga dihasilkan seperti pada Gambar 4.18. Pada proses pengolahan data sensor menggunakan *min-max normalization* untuk pengolahan data posisi GPS. Data dari longitude dan latitude dimodifikasi sehingga bisa dalam rentang $[-1,1]$. Hal ini berguna untuk menentukan posisi masing-masing data dari pengolahan data GPS.



Gambar 4.17 Hasil Peta Kontur dari Pengujian Keseluruhan Sistem



Gambar 4.18 Hasil Peta Kontur dalam Bentuk 3D

Nilai dari sensor kedalaman ditunjukkan pada gambar 4.18 yaitu semakin warnanya merah maka daerah tersebut semakin dangkal. Apabila warnanya semakin biru maka daerah tersebut semakin dalam.

Secara keseluruhan alat ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan pembuatan. Sensor dan GPS dapat berfungsi saat kapal sedang berlayar. GPS dapat mendeteksi koordinat kapal saat berlayar, sehingga

data yang diterima GPS cukup baik dan akurat. Namun ada beberapa error yang tidak terlalu berpengaruh pada pembacaan GPS. Pembacaan sensor kedalaman masih memiliki kesalahan pembacaan dikarenakan lokasi pengujian ada pada perairan yang keruh, sehingga apabila terlalu dalam maka pantulan cahaya inframerah akan terdeteksi samar. Berdasarkan pengujian alat bisa bekerja bersama-sama sehingga setiap koordinatnya memiliki nilai kedalaman yang berbeda-beda. Dikarenakan pengambilan data setiap 1 detik sekali maka ada beberapa daerah yang tidak memiliki nilai kedalaman, oleh karena itu penulis menggunakan metode K Nearest Neighbour sehingga bisa mengambil data dari nilai terdekat.

BAB V

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan alat serta pengukuran dari sistem *Unmanned Surface Vehicle* untuk Pemetaan Kedalaman Air Menggunakan Navigasi GPS, dapat diambil kesimpulan bahwa USV dapat memetakan kedalaman air dengan navigasi GPS yang diberikan pada ardupilot mega dengan ketinggian air antara 0 cm sampai 550 cm. Hasil perancangan lambung katamaran dapat menampung beban maksimal dengan payload sebesar 7 kg dengan prosentase titik apung sebesar 87,5%.

Navigasi pada Ardupilot mega mampu membuat kapal berjalan secara autonomous menuju titik waypoint yang telah diberikan dengan kesesuaian antara garis navigasi dan pergerakan kapal di air. Sensor inframeah mampu mendeteksi kedalaman air dengan pembacaan antara 45 sampai 85 cm pada air jernih. Sistem komunikasi antara kapal dengan ground control station menggunakan modul radio telemetry untuk transmisi data navigasi memiliki jarak pantau maksimal sebesar ± 600 meter bergantung pada jenis antena yang digunakan serta interferensi dari luar seperti gedung, pepohonan dan sinyal frekuensi di lingkungan sekitar.

4.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar pemilihan sensor dengan akurasi tinggi sangat diperhitungkan untuk lebih sensitif dalam mendeteksi kedalaman air.

Sistem pemantauan jarak jauh secara real time perlu dilakukan pengembangan dalam penggunaan antena yang memiliki tingkat gain transmisi sinyal yang tinggi untuk meningkatkan jarak transmisi data antara kapal dengan ground control station.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Media, "BPBD: Pendangkalan Sungai Poso Sebabkan Banjir yang Menghanyutkan 2 Rumah," [Online]. Tersedia pada: <https://regional.kompas.com/read/2016/12/16/23253511/bpbd.pendangkalan.sungai.poso.sebabkan.banjir.yang.menghanyutkan.2.rumah>. [Diakses: 27-Nov-2017].
- [2] N. Perbani, D. Suwardhi "Pembangunan Sistem Penentuan Posisi dan Navigasi Berbasis Sistem Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Survei Batimetri" ITB, Bandung, 2016.
- [3] P. Kimball, J. Bailey, S. Das, R. Geyer, T. Harrison, C. Kunz, K. Manganini, K. Mankoff, K. Samuelson, T. Sayre-McCord, F. Straneo, P. Traykovski, H. Singh "The WHOI Jetyak: An Autonomous Surface Vehicle for Oceanographic Research in Shallow or Dangerous Waters" Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts, 2014.
- [4] V. Susilo, V. Poekoel, P. Manembu "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai", UNSRAT, Manado, 2015.
- [5] M. Dunbabin, "An Autonomous Surface Vehicle for Water Quality Monitoring", Australasian Conference on Robotics and Automation (ACRA) (hal. 3-5). Sydney, 2009.
- [6] G. Nugroho, "Studi Perancangan Steering Sistem Pada Unmanned Surface Attack Boat 9 Meter Berbasis Micro Controller". Journal FTK-ITS, Surabaya, 2010.
- [7] A. Calce, "Roboat - building unmanned surfaced vessels from RC motorboats" Toronto, Ontario, Canada: Computer Science and Engineering York University, 2008.
- [8] Arduino, "Arduino UNO," [Online]. Tersedia Pada: https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno_R3-sch.pdf [Diakses: 02-Jun-2018].
- [9] D. Permana, M. Rivai and A. Irfansyah, "*Unmanned Surface Vehicle* untuk mencari lokasi tumpahan minyak menggunakan ArdupilotMega", ITS, Surabaya, 2018.
- [10] A. Zurkoni, A. Alasiry, dan I. Wibowo, "Rancang Sistem Multi Navigasi dan Pemantauan Wilayah pada *Roboat Autonomus Surface Vehicle* (ASV)". PENS, Surabaya, 2016.
- [11] D. Rahman, M. Rivai, dan R. Dikairono, "Sistem Navigasi Pada Balon Udara Menggunakan GPS dan Kontrol Logika Fuzzy," *J. Tek. ITS Vol 5*, Jun 2016.

- [12] I. Priyanta, M. Rivai, dan R. Dikairono, *Pemetaan Distribusi Gas Polutan Menggunakan Quadcopter Berbasis Autonomous Waypoint Navigation*, vol. 5. 2016.
- [13] F. Saputra dan M. Rivai, "Autonomous Surface Vehicle sebagai Alat Pemantau Lingkungan Menggunakan Metode Navigasi Waypoint," *J. Tek. ITS Vol 7*, 2018.
- [14] S. Tommy, A. Sukma, Rahmawati, H. Zainuri, "The Small Hydrography marine Boundary Boat (Shumoo) For Mapping Bathymetry of Shallow Water Area" ITN, Malang, 2016.
- [15] SunnySky, "SunnySky X2216 KV 880," [Online]. Tersedia Pada: <https://www.rcsunnysky.com/content/35.html> [Diakses: 08-Agu-2018].
- [16] R. Saputra dkk., "Perancangan dan Pengujian Awal Kendali Motor DC Brushless Untuk Independent 4-Wheel Drive Platform Robot Rev-11," *Pus. Penelit. Tenaga List. Dan Mekatronik - LIPI*, Des 2011.
- [17] Power HD, "Power HD LF-20MG," [Online]. Tersedia Pada: https://www.chd.hk/product_detail.aspx?id=142 [Diakses: 28-Jun-2018]
- [18] T. Dermanto, "Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo," *Desain Sistem Kontrol*. Tangerang [2018].
- [19] Robotics, A. "Sharp GP2Y0A710K0F Analog Distance Sensor 100-550cm" [Online] Tersedia Pada: <https://www.australianrobotics.com.au> [Diakses: 24-Agu-2018]
- [20] Y. Do, J. Kim, "Infrared range sensor array for 3D sensing in robotic applications". *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2013.
- [21] P. Novotny, N. Ferrier, "Using infrared sensors and the Phong illumination model to measure distances". IEEE, In *Robotics and Automation*, 1999.
- [22] D. Reyes, G. Millan, R. Osorio-Corparan, dan G. Lefranc, "Mobile Robot Navigation Assisted by GPS," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 13, no. 6, hlm. 1915–1920, Jun 2015.
- [23] S. Rady, A. Kandil, dan E. Badreddin, "A hybrid localization approach for UAV in GPS denied areas," *IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)*, hlm. 1269–1274. 2011.
- [24] J. Wang, P. Huang, C. Chen, W. Gu, dan J. Chu, "Stereovision aided navigation of an Autonomous Surface Vehicle," *3rd International Conference on Advanced Computer Control*, hlm. 130–133. 2011.

- [25] W. Lee dan W. Chung, "Position estimation using multiple low-cost GPS receivers for outdoor mobile robots," *12th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*, hlm. 460–461. 2015
- [26] R. Wibowo, M. Rivai, dan Suwito, "Impelementasi Autonomous Navigation Robot Menggunakan Global Positioning System (GPS) Untuk Pemetaan Kadar Gas Berbahaya," ITS, 2017.
- [27] Y. Izza, M. Rivai, F. Budiman. "Mobile Robot Bertenaga Surya untuk Pemetaan Konsentrasi Gas", ITS, Surabaya, 2018.
- [28] Posse, "Ublox M8N Breakout Not Detecting Satellites," [Online], Tersedia Pada: <https://forum.u-blox.com/index.php/11224/ublox-m8n-breakout-not-detecting-satellites>. [Diakses 15-Des-2017].
- [29] M. H. Assiddiqi, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Kolam Renang," Departemen Teknologi Elektro, ITS, Surabaya, 2017.
- [30] V. Obiora, I. Achumba, "Adaptive Control of Aerial Vehicle Gimbal using Fuzzy-PID Compensator," Federal University of Technology, Owerri (FUTO) Nigeria, 2018.
- [31] D. Purwanto, "Control Design Principles," Electrical Engineering, ITS, Surabaya.
- [32] H. Prasetyo, "Perancangan Sistem Navigasi pada Kapal (MCST-1 SHIPP Autopilot) untuk Mendukung Sistem Autopilot" ITS, Surabaya, 2012.
- [33] N. N., Regresi Polinomial Lokal, Skripsi, 2009.
- [34] Sumarlin, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor Sebagai Pendukung Keputusan Klasifikasi Penerima Beasiswa PPA dan BBM," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 52-62, 2015.

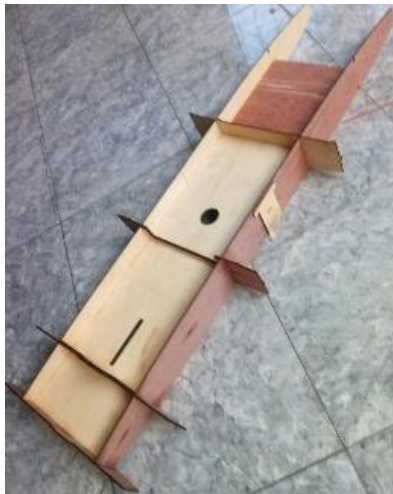
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN

1. Proses Perancangan Lambung Kapal



Gambar 1. Proses Pencetakan Laser Cutting Kerangka dan Bodi Lambung Kapal dengan Bahan Kayu Plywood



Gambar 2. Proses Perakitan Kerangka Kapal



Gambar 3. Proses Perakitan Bodi Kapal



Gambar 4. Proses Pengecatan Bodi Kapal



Gambar 5. Pengujian Titik Nol, Keseimbangan, dan Kebocoran Kapal

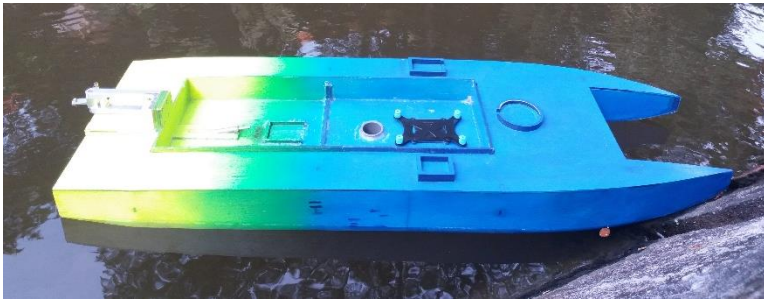


Gambar 6. Pengujian Beban Penuh pada Lambung Kapal



Gambar 7. Pemasangan Komponen Kapal

2. Pengujian Beban Kapal



Gambar 1. Berat *Payload* 0 Kg, Tinggi Titik Apung 2 cm, Titik Apung Kapal 25 %



Gambar 2. Berat *Payload* 0,5 Kg, Tinggi Titik Apung 2,5 cm, Titik Apung Kapal 31,25 %



Gambar 3. Berat *Payload* 1 Kg, Tinggi Titik Apung 3 cm, Titik Apung Kapal 37,5 %



Gambar 4. Berat *Payload* 1,5 Kg, Tinggi Titik Apung 3,5 cm, Titik Apung Kapal 43,75 %



Gambar 5. Berat *Payload* 2 Kg, Tinggi Titik Apung 4 cm, Titik Apung Kapal 50 %



Gambar 6. Berat *Payload* 2,5 Kg, Tinggi Titik Apung 4,5 cm, Titik Apung Kapal 56,25 %



Gambar 7. Berat *Payload* 3 Kg, Tinggi Titik Apung 5 cm, Titik Apung Kapal 62,5 %



Gambar 8. Berat *Payload* 4 Kg, Tinggi Titik Apung 6 cm, Titik Apung Kapal 75 %



Gambar 9. Berat *Payload* 5 Kg, Tinggi Titik Apung 7 cm, Titik Apung Kapal 87,5 %



Gambar 10. Berat *Payload* 6 Kg, Tinggi Titik Apung 7,9 cm, Titik Apung Kapal 99,87 %



Gambar 11. Berat *Payload* 7 Kg, Tinggi Titik Apung *Overload*, Titik Apung Kapal *Overload*

3. Tabel Pengujian Sensor Sharp GP2Y0A710K0F di median Udara

Sharp GP2Y0A710K0F di median udara		
Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
5	1,621	326
10	1,729	352
15	1,896	385
20	2,249	454
25	2,601	534
30	2,921	601
35	3,089	637
40	3,088	637
45	3,088	637
50	3,087	637
55	3,089	637
60	3,088	637
65	3,052	635
70	3,031	634
75	2,911	615
80	2,798	592
85	2,777	575
90	2,627	557
95	2,503	531
100	2,483	529
105	2,431	518
110	2,414	506
115	2,240	483
120	2,204	464
125	2,136	450
130	2,098	449
135	2,066	444
140	2,064	444
145	2,061	443
150	2,058	439
155	2,046	435
160	2,044	435
165	2,041	429
170	2,038	426
175	2,028	422
180	1,958	409
185	1,846	388
190	1,833	378
195	1,771	366
200	1,731	359
205	1,726	356
210	1,723	355

Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
215	1,652	341
220	1,634	337
225	1,629	335
230	1,615	331
235	1,597	329
240	1,591	328
245	1,581	325
250	1,562	321
255	1,559	320
260	1,541	319
265	1,535	318
270	1,530	317
275	1,528	316
280	1,523	314
285	1,508	309
290	1,504	307
295	1,499	306
300	1,495	306
305	1,493	306
310	1,490	305
315	1,488	305
320	1,486	304
325	1,483	304
330	1,481	303
335	1,479	303
340	1,477	302
345	1,474	302
350	1,472	301
355	1,468	301
360	1,466	300
365	1,465	300
370	1,463	299
375	1,460	299
380	1,458	289
385	1,455	288
390	1,454	288
395	1,452	287
400	1,449	287
405	1,438	285
410	1,437	285
415	1,438	285
420	1,436	285
425	1,435	284
430	1,433	284
435	1,434	284

Jarak (cm)	Tegangan (V)	Sinyal ADC
440	1,432	284
445	1,433	284
450	1,431	283
455	1,432	284
460	1,430	284
465	1,432	284
470	1,429	283
475	1,427	282
480	1,428	283
485	1,426	282
490	1,424	281
495	1,421	280
500	1,418	279
505	1,416	279
510	1,413	278
515	1,411	278
520	1,409	277
525	1,407	277
530	1,405	276
535	1,401	275
540	1,398	275
545	1,394	273
550	1,391	271
555	1,387	269
560	1,383	266
565	1,381	265
570	1,379	264
575	1,376	263

4. Data Hasil Pemetaan Danau 8

Latitude	Longitude	Kedalaman (cm)
-72.862.461	1.127.959.657	0
-72.862.805	1.127.959.107	63
-72.863.291	1.127.958.403	1
-72.863.983	1.127.958.208	35
-72.864.528	1.127.958.322	27
-72.865.087	1.127.958.597	100
-72.865.439	1.127.959.081	25
-72.865.606	1.127.959.583	75
-72.865.719	1.127.960.221	45
-72.865.659	1.127.960.817	85
-72.865.333	1.127.961.434	2
-72.864.834	1.127.961.789	15
-72.864.169	1.127.961.943	1
-72.863.471	1.127.962.064	15
-72.862.932	1.127.961.984	47
-72.862.446	1.127.961.923	51
-72.862.233	1.127.961.301	104
-72.862.187	1.127.960.663	51
-72.862.221	1.127.960.119	46
-72.862.712	1.127.959.979	67
-72.863.071	1.127.959.348	101
-72.863.444	1.127.958.933	72
-72.863.949	1.127.958.691	50
-72.864.462	1.127.958.738	42
-72.864.927	1.127.958.973	4
-72.865.034	1.127.959.583	73
-72.865.153	1.127.960.146	153
-72.865.067	1.127.960.743	1
-72.864.741	1.127.961.219	124
-72.864.102	1.127.961.454	206
-72.863.557	1.127.961.548	87
-72.862.918	1.127.961.487	2
-72.862.699	1.127.961.011	4
-72.862.699	1.127.960.414	79
-72.863.052	1.127.960.059	0

Latitude	Longitude	Kedalaman
-72.863.298	1.127.959.657	151
-72.863.564	1.127.959.268	23
-72.864.023	1.127.959.154	173
-72.864.521	1.127.959.301	201
-72.864.588	1.127.959.804	2
-72.864.581	1.127.960.347	250
-72.864.382	1.127.960.877	210
-72.863.836	1.127.961.018	1
-72.863.218	1.127.961.011	177
-72.863.111	1.127.960.481	550
-72.863.517	1.127.960.119	193
-72.863.751	1.127.959.691	15
-72.864.176	1.127.959.731	202
-72.864.209	1.127.960.254	1
-72.863.916	1.127.960.656	223
-72.863.504	1.127.960.582	500
-72.863.836	1.127.960.133	259

5. Program pada Arduino Uno

```
//import library pada sketch
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SharpIR.h>

//mendefinisikan variabel dan model IR
#define ir A0
#define model 430

//ir          : pin yang digunakan untuk sensor
//model : 100500: sensor type GP2Y0A710K0F
//          20150 : sensor type GP2Y0A02YK0F
//          1080   : sensor type GP2Y0A21YK0F
//          430    : sensor type GP2Y0A41SK0F
//bekerja pada rentang jarak berdasarkan datasheet

//Meletakkan GPS pada serial dan pengaturan BaudRate
static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;

//karena RX dan TX berada di pin 2 dan 3 maka menggunakan software
serial
TinyGPSPlus gps;
SoftwareSerial ss (RXPin, TXPin);

SharpIR SharpIR(ir, model);

void setup()
{
    //Untuk membuka koneksi serial monitor agar data dapat terbaca
    pada PC
    Serial.begin (57600);
    ss.begin (GPSBaud);
}

void loop()
{
    delay (2000);

    //mengatur waktu sebelum looping pada library yang dijalankan
    unsigned long startTime=millis();

    int dis=SharpIR.distance();

    unsigned long calcTime=millis()- startTime;

    while (ss.available ()> 0)
```

```

{
  gps.encode (ss.read());
  if (gps.location.isUpdated())
  {
    //baca data GPS lattitude dan ditampung di variabel data
    Lat_Data = gps.location.lat ();
    //baca data GPS longitude dan ditampung di variabel data
    Long_Data = gps.location.lng ();
    Serial.print ("Latitude =");
    Serial.print (gps.location.lat (), 6);
    Serial.print (" Longitude =");
    Serial.print (gps.location.lng (), 6);
    Serial.print (dis);
    Serial.print (" cm, ");
    Serial.print (calTime);
    Serial.print (" ms");
    Serial.println ();
    delay (500);
  }
}
}

```


6. Program Pemetaan PyCharm

```
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
from matplotlib.ticker import LinearLocator, FormatStrFormatter
import numpy as np

from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor

fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3D')

# Make data.
Y, X, CO = np.loadtxt('data_kedalaman.txt',
                      unpack = True,
                      delimiter = ',')

data_len = len(X)

X = np.array(X)
Y = np.array(Y)
CO = np.array(CO)

Xmin = min(X)
Ymin = min(Y)
COmin = min(CO)

Xmax = max(X)
Ymax = max(Y)
COmax = max(CO)

Xscala = int((Xmax - Xmin) * 100000)
Yscala = int((Ymax - Ymin) * 100000)

normalized_CO = np.full((Xscala, Yscala), -1)
# print(np.shape(normalized_CO))

normalized_X = np.arange(Xscala)
normalized_Y = np.arange(Yscala)
normalized_X, normalized_Y = np.meshgrid(normalized_X,
normalized_Y)

for i in range(data_len):
    normalized_CO[int((X[i] - Xmin) * 100000) - 1][int((Y[i] -
Ymin) * 100000) - 1] = CO[i]

# print(np.shape(normalized_X))
```

```

# print(np.shape(normalized_Y))
# print(np.shape(normalized_CO))
#
# print(min(normalized_CO.ravel()))

X = (X - Xmin) * 100000
X = X.astype(int)
Y = (Y - Ymin) * 100000
Y = Y.astype(int)
dataset = np.column_stack((X, Y))
label = CO
# reg = LinearRegression().fit(dataset, label)
reg = KNeighborsRegressor().fit(dataset, label)

# tes hasil regresi
# reg.score(dataset, label)
# reg.coef_
# reg.intercept_

for i in range(Xscala):
    for j in range(Yscala):
        if normalized_CO[i][j] == -1:
            normalized_CO[i][j] = reg.predict(np.array([[i, j]]))

# Plot the surface.
surf = ax.plot_surface(normalized_X, normalized_Y,
                        np.transpose(normalized_CO), cmap=cm.jet,
                        linewidth=0, antialiased=False)

ax.zaxis.set_major_locator(LinearLocator(10))
ax.xaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%f'))
ax.yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%f'))
ax.zaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))

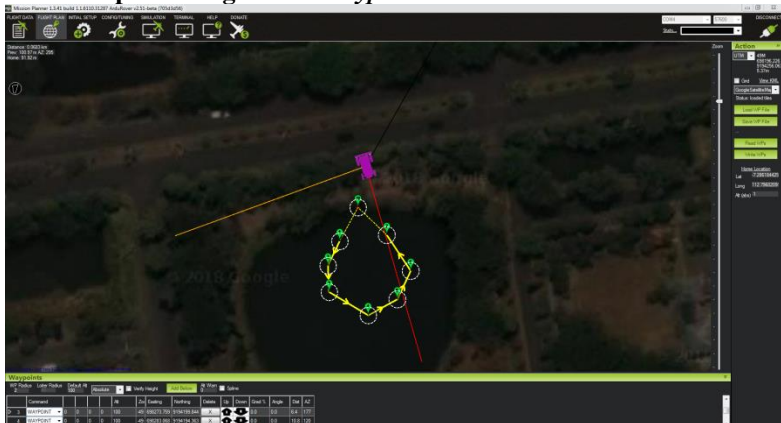
# ax.plot(X, Y, CO, label = 'Peta Konsentrasi', marker = 'o')
# ax.legend()

# Add a color bar which maps values to colors.
fig.colorbar(surf, label = 'Kedalaman Air', shrink=0.5, aspect=5)

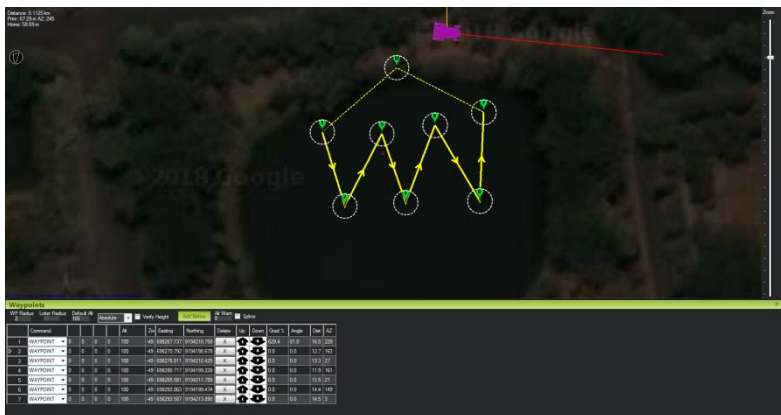
plt.show()

```

7. Tampilan Pengaturan Waypoint



Gambar 1. Pengaturan waypoint melingkar.



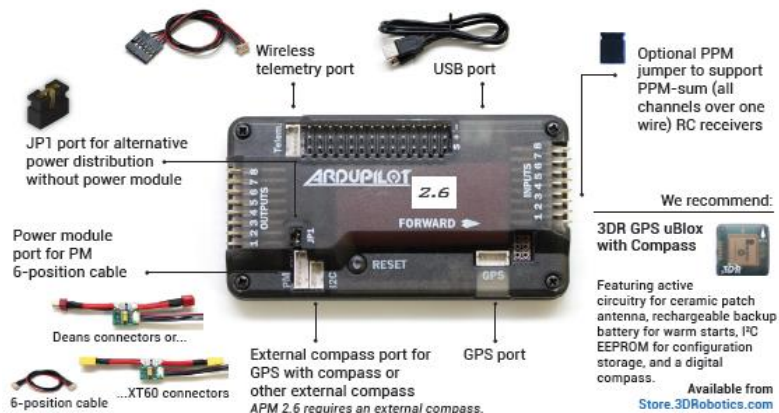
Gambar 2. Pengaturan waypoint zig-zag.



8. Datasheet ArdupilotMega 2.6

APM 2.6 FOR EXTERNAL MAGNETOMETER

Providing the same advanced, multiplatform capabilities as APM 2.5, the 2.6 revision of the award-winning APM autopilot is designed for an external magnetometer. This improves flight performance by allowing the compass module (or combined GPS with compass) to be placed further away from sources of potential magnetic interference.



3DRobotics
UAV TECHNOLOGY

**APM
2.6**



ARDUPILOT
MULTIPLATFORM AUTOPILOT
ARDUPILOT.COM

PLANE

To set up your APM 2.6 board using the APM:Plane firmware please visit:
PLANE.ARDUPILOT.COM

COPTER

To set up your APM 2.6 board using the APM:Copter firmware, please visit:
COPTER.ARDUPILOT.COM

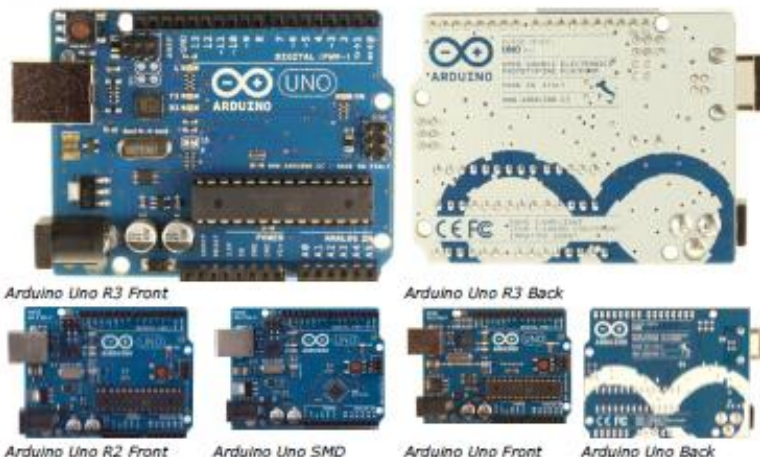
ROVER

To set up your APM 2.6 board using the APM:Rover firmware, please visit:
ROVER.ARDUPILOT.COM



9. Datasheet Arduino Uno

Arduino Uno



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Revision 2 of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

Revision 3 of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328. Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts. The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins. The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

10. Datasheet Motor Brushless DC SunnySky X2216 880kV

10V Brushless Motor DASHLESS DC SUNNYSKY 12116 880KV

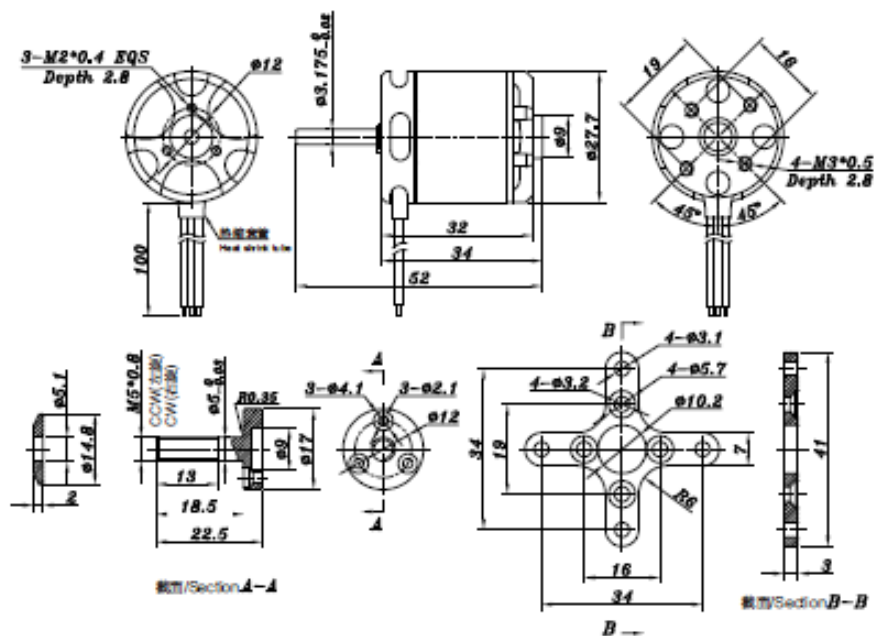
SUNNYSKY

GREAT PERFORMANCE WITH COMPETITIVE PRICE

Specifications	X2216 KV880		
Stator Diameter	定子外径	22mm	
Stator Thickness	定子厚度	16mm	
No. of Stator Arms	定子槽数	12	
No. of Rotor Poles	转子极数	14	
Motor Kv	电机KV值	880	
No-Load Current (A/10V)	空载电流	0.5A	
Motor Resistance	电机电阻	117mΩ	
Max Continuous Current	最大连续电流	20A/30S	
Max Continuous Power	最大连续功率	320W	
Weight	重量 (含长线)	72g	
Rotor Diameter	转子直径	27.7mm	
Shaft Diameter	出轴直径	3.175mm	
Body Length	电机长度	34mm	
Overall Shaft Length	电机含轴总长度	36.5mm	
Max Lipo Cell	最大电池节数	2~4S	
ESC	建议使用电调	30A	
Recommended Prop(inch)	推荐螺旋桨规格	APC1047	APC1070
		APC1147	APC11x5.5
AEROBATIC(适用特技机重量) 720g (4S 9060\1047\1050)			
(适用多旋翼单轴重量400g 3S 1038\1047) 适用多旋翼单轴重量450g (4S 8038\8043\8045\9047)			
适用3D机重量 600g (3S 1147)			

Prop (inch)	Volts (V)	Amps (A)	Thrust (gf)	Watts (W)	Efficiency (g/W)	Load temperature in 100% throttle 全油门负载温度
APC11x4.7	11.1	0.7	100	7.77	12.87001287	54°
		1.8	200	19.98	10.01001001	
		3.1	300	34.41	8.718395815	
		4.4	400	48.84	8.19000819	
		5.9	500	65.49	7.634753397	
		7.7	600	85.47	7.02000702	
		9.7	700	107.67	6.501346708	
		11.7	800	129.87	6.16000616	
		14.7	900	163.17	5.515719801	
		16.8	1000	186.48	5.362505363	
		17.4	1030	193.14	5.332919126	

Notes: The test condition of temperature is motor surface temperature in 100% throttle while the motor run 10 min.



配件/Accessories

11. Datasheet Motor Servo Power-HD LF 20MG



HuiDa RC International INC.

Address: 1707 Huashang Building, Xipu district Huizhou, Guangdong, China
E-mail: info@chd.hk Tel: 86 752 2118844 Fax: 86 752 2118860 WWW.CHD.HK

1. 使用環境條件

Apply Environmental Condition :

No.	項目 item	規格 standard
1-1	保存溫度 Storage Temperature Range	-20℃ ~ 60℃
1-2	操作溫度 Operating Temperature Range	-10℃ ~ 50℃
1-3	操作電壓 Operating Voltage Range	4.8V ~ 6.6V

2. 測試環境


Standard Test Environment :

2-1	測試環境 Standard Test Environment	<p>每一個檢查必須是正常的溫度和濕度進行測量。溫度 $25 \pm 5^\circ\text{C}$，相對濕度 $65 \pm 10\%$，在按照本規範的標準測試條件下判斷特征。</p> <p>Every characteristic of the inspect must be normal temperature and humidity carry out the test, temperature $25 \pm 5^\circ\text{C}$ and relative humidity $65 \pm 10\%$ of judgment made in accordance with this specification standard testing conditions.</p>
-----	-----------------------------------	--

3. 外觀檢查

Appearance Inspection :

No.	項目 item	規格 standard
3-1	外觀尺寸 Outline Drawing	尺寸見附件 Dimension see the attachment
3-2	外觀 Appearance	無損壞，不允許影響功能 No damage which affects functions allowed

	Product Name 數字伺服 Motor Digital Servo	Model No. LF-20	Version V1	Page 1/3
---	--	--------------------	---------------	-------------

4. 電氣特性

Electrical Specification (Function of the Performance) :

No.	項目 item	4.8V	6.6V
4-1	空載轉速 Operating speed (at no load)	0.18 sec/60°	0.16 sec/60°
4-2	空載電流 Running current (at no load)	400 mA	500 mA
4-3	停止扭力 Stall torque (at locked)	16.5 kg-cm	20.0 kg-cm
4-4	停止電流 Stall current (at locked)	2480 mA	2710 mA
4-5	待機電流 Idle current (at stopped)	4 mA	5 mA


注：項目 4-2 定义平均值时，伺服器无负载运行

Note: Item 4-2 definition is average value when the servo running with no load

5. 機械特性

Mechanical Specification :

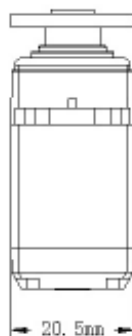
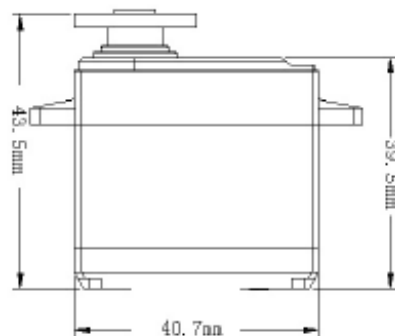
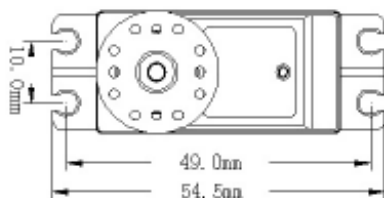
No.	項目 item	規格 standard
5-1	外觀尺寸 Overall Dimensions	見附件 See the drawing
5-2	機構極限角度 Limit angle	180°±10°
5-3	重量 Weight	63 ± 1g
5-4	導線規格 Connector wire gauge	#26 PVC
5-5	導線長度 Connector wire length	300±5 mm
5-6	舵片規格 Horn gear spline	25T/φ5.80
5-7	舵片種類 Horn type	條型, 半臂舵板 Single, Double
5-8	減速比 Reduction ratio	1/306


	Product Name	Model No.	Version	Page
	数字伺服器 Digital Servo	LF-20	V1	2/3

6. 控制特性

Control Specification :

No.	項目	規格
6-1	控制系統 Control system	改變脈沖寬度 Pulse Width Modification
6-2	放大器種類 Amplifier type	數字控制器 Digital Controller
6-3	操作角度 Operating travel	90° (在 1000→2000 μ sec)
6-4	中立位置 Neutral position	1500 μ sec
6-5	脈波訊號虛位 Dead band width	2 μ sec
6-6	旋轉方向 Rotating direction	逆時針 (在 1500→2000 μ sec) Counterclockwise (when 1500→2000 μ sec)
6-7	脈波寬度範圍 Pulse width range	800→2200 μ sec
6-8	可作動角度範圍 Maximum travel	大約 165° (在 800→2200 μ sec) Approx 165° (when 800→2200 μ sec)



	Product Name	Model No.	Version	Page
	數字伺服馬達 Digital Servo	LF-20	V1	3/3

12. Datasheet ESC FlyColor 30A



User Manual

(Boat Brushless ESC)



Thank you for purchasing our brushless electronic speed controller (ESC). Any improper operation may cause personal injury and equipment damage. This high power system for RC model can be dangerous, we strongly suggest users read the instruction carefully and completely. We will not assume any responsibility for personal injury, property damage, or any consequential damages resulting from our product.



01 Main features

- Ultra powerful & high performance MOC. Users can use functions as their demand, fully embody intelligent characteristics. Unique circuit design, strong anti-interference.
- Waterproof design (Note: If there is water in the ESC, please dry the water at the connectors).
- Smart mode can be set, throttle response fast, and it has a very smooth speed control linearity. Compatible with scale boat & racing boat.
- Low-voltage protection threshold will use can be set.
- Multi-bit switch BEC, large power load with zero, low power dissipation.
- Multiple protection function: input voltage abnormal protection, low-voltage cutoff protection, over-thermal protection and throttle signal loss protection, make the ESC more reliable.
- High power safety performance: when the throttle lever is, the motor will not start immediately.
- Over-thermal protection: when ESC temperature is over 100°C, output power will automatically reduce. When it's lower than 80°C output power will return to normal.
- Cycle menu setting, simple operation. Support setting with program box and transmitter.

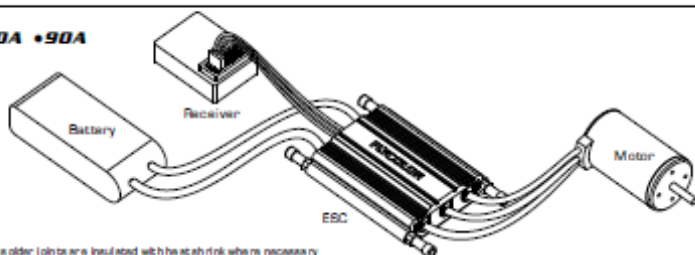
02 Specification

Model	A-6W060006	A-6W070006	A-6W080006	A-6W100006	A-6W150006
Cont. Current	60A	70A	80A	120A	150A
Burst Current	300A	400A	540A	720A	900A
LPG Cable	2-6S	2-6S	2-6S	2-6S	2-6S
BEC Type	Switch BEC	Switch BEC	Switch BEC	Switch BEC	Switch BEC
BEC Output	5.5V/5A	5.5V/5A	5.5V/5A	5.5V/5A	5.5V/5A
Weight	90g	101g	109g	199g	309g
Dimension (Exclude water pipe)	57*45*18mm	57*45*18mm	57*45*18mm	70*55*25mm	70*55*25mm
Application	Boat length < 55cm	Boat length < 70cm	Boat length < 100cm	Boat length < 120cm	Boat length < 135cm

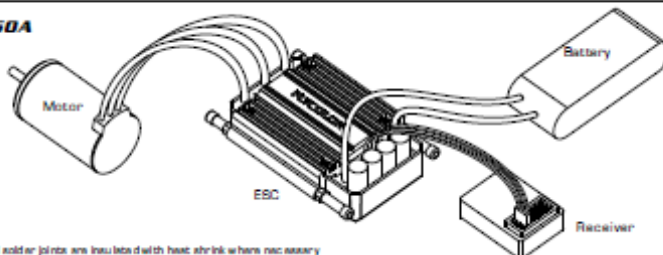
03 Wiring Diagrams

Note: We strongly advise the use of battery connections that do not allow reverse polarity, or ESC will be damaged. Please disconnect the battery and ESC, if not use for a long time.

•50A •70A •90A



•120A •150A



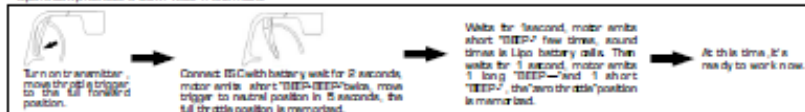
04 Operation Instruction

1 Set throttle range

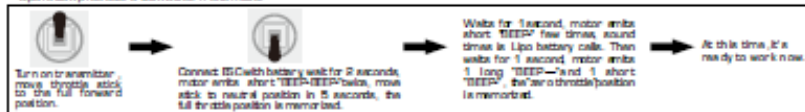
Adjust the throttle range when first time to use Flycolor ESC.

The feature of Flycolor ESC is that set the throttle range according to different transmitter, then ESC can get the most smoothly throttle linear through the throttle range of transmitter. To make ESC get and memorize the throttle output signal. The process only do once, you need do this process again for changing transmitter.

Operation procedure with Pistol Transmitter

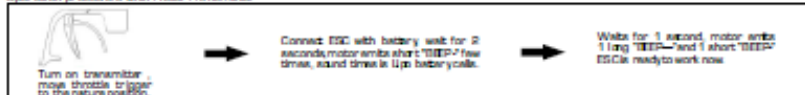


Operation procedure with Stick Transmitter

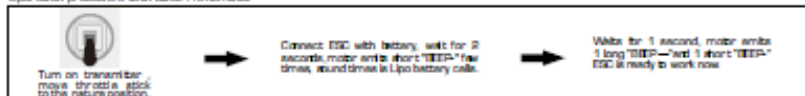


2 Normal working mode

Operation procedure with Pistol Transmitter



Operation procedure with Stick Transmitter



05 Programming

1 Programming with transmitter

1. Enter programming mode:

1.1 Turn on the transmitter, move the throttle to the full forward position.

1.2 Connect ESC with battery, wait for 2 seconds, motor emits short 'BEEP-BEEP' twice, it means power up normally.

1.3 Wait for 5 seconds, motor emits a special tone '12321', it has entered programming mode.

2. Select the option:

After entering programming mode, you will hear 5 groups of tones which emit in a loop as following sequences. After motor emits a group of tones, move the throttle to a neutral (pistol transmitter) / the full down throttle position (the stick transmitter). It enters the option.

[Note: there is a special tone '12321' before the 5 options, '12321' is the start of selecting option.]

2.1 Running Mode

(1 short tone) "beep"

2.2 Motor direction adj.

(2 short tone) "beep-beep"

2.3 Low voltage protection

(3 short tone) "beep-beep-beep"

2.4 Start Mode (Punch)

(4 short tone) "beep-beep-beep-beep"

2.5 Timing

(1 long tone) "beep"

Note: Usually, 1 long tone "beep" equals to 5 short tone "beep", for example: 1 long tone "beep" and 1 short tone "beep" equals to 6.

3. Select parameter:

Go into some one setting option, motor will emit tone in a loop, move the throttle to the forward full position after a certain tone, so the parameter of this option has selected, then motor emits a special tone '1212', this parameter has stored. (If don't select other options, move throttle to the neutral position in 3 seconds, then motor emits a special tone '12321', exit the program mode. If go on selecting other options, please return to procedure 2, and select other options.)

*Shadow parts are factory default values

	1 short tone	2 short tone	3 short tone	4 short tone	1 long tone	1 long 1 short	1 long 2 short	1 long 3 short	1 long 4 short
Running Mode	Forward	Forward & Reverse							
Motor direction adj.	CW	CCW							
Low voltage protection	Non-protection	2.0V	2.0V	3.0V	3.2V	3.4V			
Start Mode (Punch)	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5				
Timing	0"	3.75"	7.5"	11.25"	15"	18.75"	22.5"	26.25"	

4. Exit programming

There are 2 ways to exit programming mode:

4.1 After hearing the tone "1212", move throttle to the throttle neutral position, motor will be special to "765765", it will be programming mode.

4.2 Turn off power can exit programming mode. saved setting data is the setting before turning off.

2 Programming with program card

It's the easiest way to set with programming card. Operation is as follows: Insert signal wire to the interface in programming card, select the option that you want (see in the above chart), press [OK], after VALL screen displaying "0", this option sets successfully. If want to reset the option to factory setting, please press [RESET], then press [OK].

Please see the instruction of program card for more details.

06 Programmable Items

1. Running Mode

(1) Forward only (Unidirectional)

This mode is mainly used for special application, such as competition.

(2) Forward & Reverse (Bidirectional)

When pushing the throttle in to reverse, the RC boat will run in reverse after the motor stop running. This mode is mainly used for most of the application, such as training etc.

2. Motor direction adjustment

(1) CW

(2) CCW

Motor direction adjustment, convenient users change motor rotation without changing motor wire.

3. Low voltage protection

(1) No protection; (2) 2.0V; (3) 2.0V; (4) 3.0V; (5) 3.0V; (6) 3.4V

The low voltage protection is mainly for LiPo battery. For NiMH, we advise you select no protection.

4. Start Mode (Punch)

(1) Level 1; (2) Level 2; (3) Level 3; (4) Level 4; (5) Level 5;

5 levels linear throttle acceleration on startup, the level higher, the speed faster.

5. Timing

(1) 0°; (2) 3.75°; (3) 7.5°; (4) 11.25°; (5) 15°; (6) 18.75°; (7) 22.5°; (8) 26.25°;

Low (0°/3.75°/11.25°/15°/18.75°)--set for most inner rotor motor.

High (22.5°/26.25°)--set for 6 pole and more than 6 pole outer rotor motor.

In most cases, 15° timing is suitable for all types motor. But to improve efficiency, we advise to set low timing for 6 pole motor (most inner rotor motor), set high timing for 6 pole or more than 6 pole motor (most outer rotor motor). For high speed motor, set high timing. Some motors need special timing setting. If you're not sure, please use timing degree recommended by motor manufacturer or set 15°.

Note: After changing timing degree, please wait it successfully before playing it in the water.

07 Protection Functions

Startup protection	After connecting with battery, if throttle is not in the zero throttle position, motor will emit urgent short tone. If not detect the signal, motor will emit urgent short tone every 2 seconds time, you can not start motor until detect the zero throttle position.
Low voltage protection	If battery input voltage is lower than low voltage protection threshold, ESC will reduce output power (equal to 50% throttle), keep 5 seconds and motor stops. Move throttle to the zero throttle position to restart motor. This process can work repeatedly.
Over heat protection	When ESC temperature is higher than 100°C, it will reduce output power (throttle will be limited below 50%) for protection, leave some power for motor to land, when temperature is lower than 80 degrees Celsius, ESC recover to normal running mode.
Signal loss protection	When motor running, if ESC detect throttle signal losing, ESC will cut off output to avoid damage caused by rotating propeller. Output power will return normal if throttle signal recover.

Alarm tone: (To judge the abnormal cause via alarm tone)

1. Alarm tone signal loss: when ESC detect no signal, motor will emit the alarm tone "BEEP-BEEP-BEEP-A" (alarm tone emits every 2 seconds)
2. Alarm tone of throttle not in the zero throttle position: throttle not in the zero throttle position, motor will emit "BEEP-BEEP-BEEP-BEEP-BEEP-A" (urgent single short tone).

08 Safety Cautions

- Please do not remove or modify any components on ESC, or it may cause permanent damage or data losing.
- First time to test ESC and motor, if not sure of the setting of receiver is correct or not, please don't install propeller and driving gear.
- Please do not use a broken, short-circuited and over-heated battery pack.
- Please do not use a broken cable and cords and connectors.
- Battery cable and servo number can't be swapped ESC at all.
- Please mind battery polarity, wrong polarity connection will damage ESC.
- Please do not put ESC in a moist and glare place.
- Please do not remove battery when motor is rotating, it will cause the huge peak current and ESC burning.
- Please install ESC in the vented place, don't wrap anything around the ESC.

09 Trouble Shooting

Troubles	Possible causes	Solutions
After powering up, motor doesn't run and doesn't emit any sound.	Bad connection between ESC and battery.	Clean the connectors or replace them, check the connection polarity.
	Signal wire connects with wrong polarity of receiver.	Check signal wire and make sure the right polarity.
	Bad soldering causes bad contact.	Solder the wires again.
	The wrong polarity connection between each battery.	Check battery pack, connect the wire again.
	Quality problem of ESC.	Change ESC.
After powering up, ESC emits the sound of battery calls, but motor can't run.	ESC doesn't switch throttle range.	Switch throttle range again.
After powering up, ESC works, but motor can't run and doesn't emit any sound. After powering up, ESC motor doesn't run and emits warning tone "DEEP-DEEP" (a short beep after "DEEP-DEEP").	Bad connection between ESC and motor, or bad soldering.	Check the connectors or replace the connectors or solder the motor wire again.
	Bad motor.	Change motor.
	ESC is low-voltage protected, battery voltage is out of the acceptable range.	Check the voltage of battery pack and use full-charged battery to replace.
After powering up, motor doesn't work and emits warning tone "DEEP-". (a short beep after "DEEP-")	No output throttle signal from receiver.	Check if right connection between signal wire and receiver throttle channel. Check transmitter and receiver, make sure there are signal outputs.
After powering up, motor doesn't work and emits continuous warning tone "DEEP-".	Throttle doesn't in the zero position.	Push the throttle to the zero position, or reset throttle range again.
After powering up, motor doesn't work, ESC emits a long "DEEP" and a short "DEEP".	The positive and negative of throttle channel is wrong. So ESC enters programming mode.	Refer to the user instruction of transmitter, adjust the setting of throttle channel.
Motor rotates in the opposite direction.	The wrong sequence of connection wires between motor and ESC.	1. Exchange random 2 of the 3 connection wires between ESC and motor. 2. Change motor rotation direction via transmitter or programming card.
Motor stops during running	Battery voltage is lower than low-voltage protection threshold and low-voltage protection mode is cutoff output.	1. Set right low-voltage protection threshold. Run with full-charged battery pack. Choose reduced power use. Low-voltage protection. If power is decreasing during running, please use back soon. 2. Make sure your boat in the range available to control with your transmitter. 3. Attention to the voltage of transmitter, if it will run out of the battery, please use back soon.
	Loose throttle signal	1. Check if the transmitter operation correct. 2. Check if the transmitter match with receiver. 3. Strong interference and noise may cause and thus used anti-interference, try to turn off and power up again, to see if it recovers normal work. If the problem comes up again and again, please change to another field.
	Bad connection between wires	Check the connectors of battery pack, battery wire, motor wire a connection wire good.



ADD: 5th Floor CP Building, Jie'an Industrial Park,
Zone 72, Baocun District, Shenzhen, China
TEL: 0755-86021053 FAX: 0755-86021052
Web: www.flycolor.net
Email: sales@flycolor.net

13. Datasheet Sensor Inframerah GP2Y0A710K0F

SHARP

GP2Y0A710K0F

GP2Y0A710K0F

Distance Measuring Sensor Unit
Measuring distance: 100 to 550 cm
Analog output type



■Description

GP2Y0A710K0F is a distance measuring sensor unit, composed of an integrated combination of PSD (position sensitive detector), IRED (infrared emitting diode) and signal processing circuit.

The variety of the reflectivity of the object, the environmental temperature and the operating duration are not influenced easily to the distance detection because of adopting the triangulation method.

This device outputs the voltage corresponding to the detection distance. So this sensor can also be used as a proximity sensor.

■Agency approvals/Compliance

1. Compliant with RoHS directive(2011/65/EU)

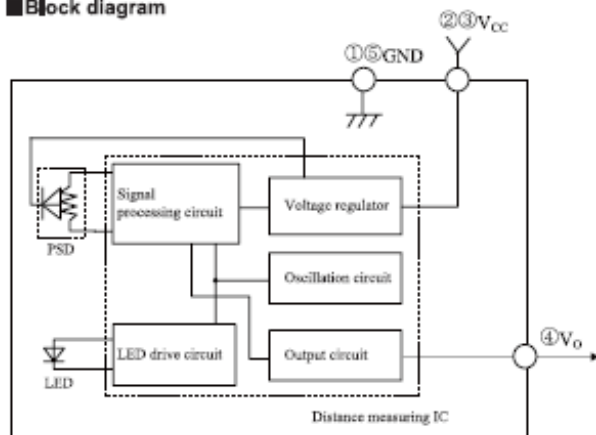
■Applications

1. Projector (for auto focus)
2. Robot cleaner
3. Auto-switch for illumination, etc.
4. Human body detector
5. Amusement equipment
(Robot, Arcade game machine)

■Features

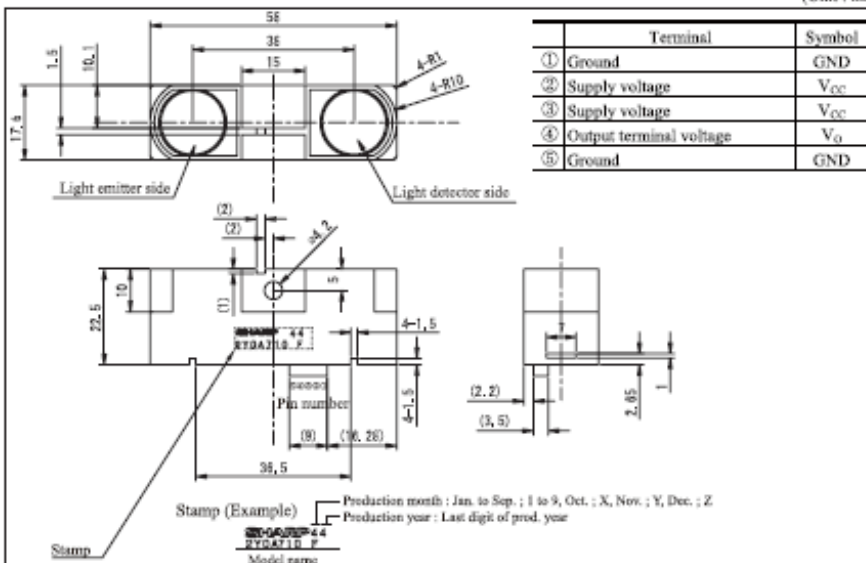
1. Long distance type
Distance measuring range : 100 to 550 cm
2. Analog output type
3. Package size : 58×17.6×22.5 mm
4. Consumption current : Typ. 30 mA
5. Supply voltage : 4.5 to 5.5 V

■ Block diagram



■ Outline Dimensions

(Unit : mm)

Note 1. Unspecified tolerances shall be ± 0.3 mm.

Note 2. The connector is made by Shenglan Technology Co., Ltd (JCTC) and its part number is 11501W00-5P-1-S2.

Note 3. The dimensions in parenthesis are shown for reference.

Product mass : approx. 9g

Absolute Maximum Ratings (T_a=25°C, V_{CC}=5V)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	V _{CC}	-0.3 to +7	V
Output terminal voltage	V _O	-0.3 to V _{CC} +0.3	V
Operating temperature	T _{opr}	-10 to +60	°C
Storage temperature	T _{stg}	-40 to +70	°C

Electro-optical Characteristics (T_a=25°C, V_{CC}=5V)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Average supply current	I _{CC}	L=150cm (Note 1)	—	30	50	mA
Distance measuring	ΔL	(Note 1)	100	—	550	cm
Output voltage	V _O	L=100cm (Note 1)	2.3	2.5	2.7	V
Output voltage differential	ΔV _{O1}	Output voltage difference between L=100cm and L=200cm (Note 1)	0.5	0.7	0.9	V
	ΔV _{O2}	Output voltage difference (L=100cm→200cm)/ Output voltage difference (L=200cm→550cm)(Note 1,2)	1.25	1.55	1.85	V

* L : Distance to reflective object

Note 1 : Using reflective object : White paper (Made by Kodak Co., Ltd. gray cards R-27·white face, reflectance; 90%)

Note 2 : The value at 550 cm is the average of 20 times distance measuring.

Recommended operating conditions

Parameter	Symbol	Conditions	Rating	Unit
Supply voltage	V _{CC}		4.5 to 5.5	V

Fig. 1 Timing chart

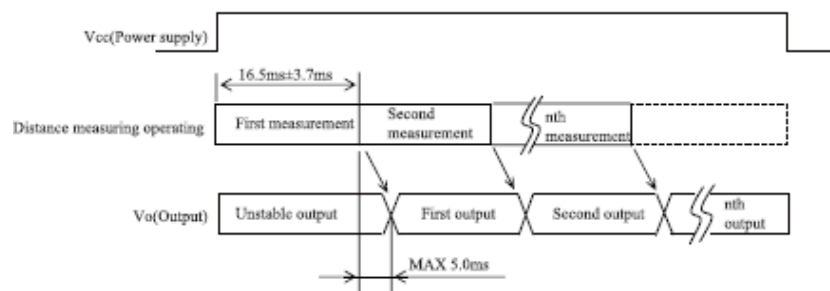
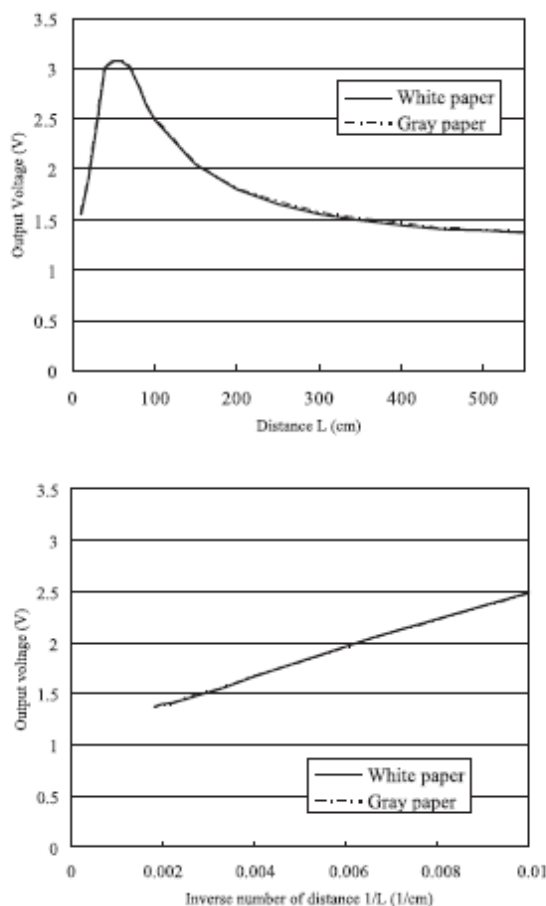


Fig. 2 Example of distance measuring characteristics(output)



Note. Reflection : White paper (reflectance : 90%)
: Gray paper (reflectance: 18%)

14. Datasheet GPS Ublox Neo 6M

NEO-6 series

Versatile u-blox 6 GPS modules

GPS

locate, communicate, accelerate

Highlights

- UART, USB, DDC (PC compliant) and SPI interfaces
- Available in Crystal and TCXO versions
- Onboard RTC crystal for faster warm and hot starts
- 1.8 V and 3.0 V variants



NEO-6:
12.2 x 16.0 x 2.4 mm

Features

- u-blox 6 position engine:
 - Navigate down to -162 dBm and -148 dBm coldstart
 - Faster acquisition with AssistNow Autonomous
 - Configurable power management
 - Hybrid GPS/SBAS engine (WAAS, EGNOS, MSAS)
 - Anti-jamming technology
- Simple integration with u-blox wireless modules
- A-GPS: AssistNow Online and AssistNow Offline services, OMA SUPL compliant
- Backward compatible (hardware and firmware): easy migration from NEO-5 family or NEO-4S
- LCC package for reliable and cost effective manufacturing
- Compatible with u-blox GPS Solution for Android
- Based on GPS chips qualified according to AEC-Q100
- Manufactured in ISO/TS 16949 certified production sites
- Qualified according to ISO 16750

Product description

The NEO-6 module series brings the high performance of the u-blox 6 position engine to the miniature NEO form factor. u-blox 6 has been designed with low power consumption and low costs in mind. Intelligent power management is a breakthrough for low-power applications. These receivers combine a high level of integration capability with flexible connectivity options in a small package. This makes them perfectly suited for mass-market end products with strict size and cost requirements. The DDC interface provides connectivity and enables synergies with u-blox LEON and L6A wireless modules.

All NEO-6 modules are manufactured in ISO/TS 16949 certified sites. Each module is tested and inspected during production. The modules are qualified according to ISO 16750 - Environmental conditions and electrical testing for electrical and electronic equipment for road vehicles.

Product selector

Model	Type	Supply	Interfaces	Features
	Stand alone GPS Stand alone GLONASS Timing & raw Data Dead Reckoning	1.75 V - 2.0 V 2.7 V - 3.6 V	UART USB SPI DDC (PC compliant)	Programmable (Flash) FW update On-board RTC crystal Antenna supply and supervisor Configuration pins Timepulse External Interrupt / Wakeup
NEO-6G	*	*	* * * *	T * 0 3 1 *
NEO-6Q	*	*	* * * *	T * 0 3 1 *
NEO-6M	*	*	* * * *	C * 0 3 1 *

* requires external components and integration on application processor

C = Crystal / T = TCXO



Receiver performance data

Receiver type	50-channel u-blox 6 engine GPS L1 C/A code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS		
Navigation update rate	up to 5 Hz		
Accuracy ¹	Position SBAS	2.5 m CEP 2.0 m CEP	
Acquisition ²		NEO-6GQ	NEO-6M
	Cold starts:	26 s	27 s
	Aided starts ³ :	1 s	< 3 s
	Hot starts:	1 s	1 s
Sensitivity ³		NEO-6GQ	NEO-6M
	Tracking:	-162 dBm	-161 dBm
	Cold starts:	-148 dBm	-147 dBm
	Hot starts:	-157 dBm	-156 dBm

¹ All SV @ -130 dBm.

² Dependent on aiding data connection speed and latency.

³ Demonstrated with a good active antenna.

Electrical data

Power supply	2.7 V – 3.6 V (NEO-6Q/6M) 1.75 V – 2.0 V (NEO-6G)
Power consumption	111 mW @ 3.0 V (continuous) 39 mW @ 3.0 V Power Save Mode (1 Hz) 68 mW @ 1.8 V (continuous) 22 mW @ 1.8 V Power Save Mode (1 Hz)
Backup power	1.4 V – 3.6 V, 22 µA
Supported antennas	Active and passive

Interfaces

Serial interfaces	1 UART 1 USB V2.0 full speed 12 Mbit/s 1 DDC (I ² C compliant) 1 SPI
Digital I/O	Configurable timepulse 1 EXTINT input for Wakeup
Serial and I/O	Voltages 2.7 – 3.6 V (NEO-6Q/6M) 1.75 – 2.0 V (NEO-6G)
Timepulse	Configurable 0.25 Hz to 1 kHz
Protocols	NMEA, UBX binary, RTCM

Legal notice

u-blox reserves all rights in this document and the information contained herein. Products, names, logos and designs described herein may be either or partly be subject to intellectual property rights. Reproduction, use, modification or disclosure to third parties of this document or any part thereof without the express permission of u-blox is strictly prohibited.

The information contained herein is provided "as is". No warranty of any kind, either express or implied, is made in relation to the accuracy, reliability, fitness for a particular purpose or content of this document. This document may be revised by u-blox at any time. For most recent documents, please visit www.u-blox.com.

Copyright © 2011, u-blox AG

Dissemination applies to FR 7

Package

24 pin LCC (Leadless Chip Carrier): 12.2 x 16.0 x 2.4 mm, 1.6 g

Pinout

1	GN1	GN2	11	GN2
2	NEO1VDD1_GND1	NEO1VDD1_GND1	12	GN1
3	NEO1VDD1_GND1	NEO1VDD1_GND1	13	GN2
4	GN1	GN2	14	GN1
5	GN2	GN1	15	GN2
6	GN1	GN2	16	GN1
7	GN2	GN1	17	GN2
8	GN1	GN2	18	GN1
9	GN2	GN1	19	GN2
10	GN1	GN2	20	GN1
11	GN2	GN1	21	GN2
12	GN1	GN2	22	GN1
13	GN2	GN1	23	GN2
14	GN1	GN2	24	GN1

Environmental data, quality & reliability

Operating temp. -40° C to 85° C

Storage temp. -40° C to 85° C

RoHS compliant (lead-free)

Qualification according to ISO 16750

Manufactured in ISO/TS 16949 certified production sites

Support products

u-blox 6 Evaluation Kits:

Easy-to-use kits to get familiar with u-blox 6 positioning technology, evaluate functionality, and visualize GPS performance.

EVK-6H: u-blox 6 Evaluation Kit with TCXO, suitable for NEO-6G, NEO-6Q

EVK-6P: u-blox 6 Evaluation Kit with crystal, suitable for NEO-6M

Ordering information

NEO-6G-0	u-blox 6 GPS Module, 1.8V, TCXO, 12x16mm, 250 pcs/heel
NEO-6M-0	u-blox 6 GPS Module, 12x16mm, 250 pcs/heel
NEO-6Q-0	u-blox 6 GPS Module, TCXO, 12x16mm, 250 pcs/heel

Available as samples and tape on reel (250 pieces)

Contact us

HQ Switzerland +41 44 722 7444 info@u-blox.com	China +86 10 68 133 545 info_cn@u-blox.com
EMEA +41 44 722 7444 info@u-blox.com	Japan +81 3 5775 3850 info_jp@u-blox.com
Americas +1 703 488 3100 info_us@u-blox.com	Korea +82 2 542 0061 info_kr@u-blox.com
APAC – Singapore +65 6734 3811 info_ap@u-blox.com	Taiwan +886 2 3657 1090 info_tw@u-blox.com

15. Datasheet Telemetry 3DR



3DR RADIO V2 QUICK START GUIDE

GETTING STARTED

3DR Radios provide an air-to-ground data link between the autopilot and your ground station laptop or tablet. Follow this guide to install the radios on your plane, copter, or rover. 3DR Radios arrive ready to use. Just mount and connect to view real-time data from your drone.

PARTS



Two 3DR Radios in 915 or 433 mHz

Attach the antennas, and use either radio as an air or ground module.



Android adapter cable



Micro-USB cable



5-wire Pbxhawk connector cable



6-to-5-position APM and PX4 connector cable

LED MEANINGS



Blinking green
Searching for paired radio



Blinking red
Transmitting data



Solid green
Link established with paired radio

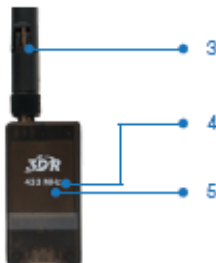


Solid red
Firmware update mode

RADIO DESCRIPTION



- 1 Micro-USB port
- 2 6-wire cable connector
- 3 Antenna
- 4 Frequency
- 5 LED indicator



SPECIFICATIONS

Processing

100 mW maximum output power (adjustable)
-117 dBm receive sensitivity
Based on HopeRF's HM-TRP module
RP-SMA connector
2-way full-duplex communication through adaptive TDM
UART interface
Transparent serial link
MAVLink protocol framing
Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
Configurable duty cycle
Error correction corrects up to 25% of bit errors
Open-source SIK firmware
Configurable through Mission Planner & APM Planner

Features

Interchangeable air and ground modules
915 or 433 MHz
Micro-USB port
6-position DF13 connector

Dimensions

26.7 cm x 55.5 cm x 13.3 cm
(without antenna)

Power

Supply voltage: 3.7-6 VDC (from USB or DF13)
Transmit current: 100 mA at 30 dBm
Receive current: 25 mA
Serial interface: 3.3 V UART

SUPPORT

For more information about mission planner applications and APM firmware, visit ardupilot.com. For online documentation of 3DR Radios, visit goo.gl/Tarksf.

For customer support, contact us at help@3drobotics.com or call our support line at +1 (858) 225-1414.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RIWAYAT HIDUP



Rikho Yusuf Abadi lahir di Kediri pada tanggal 12 November 1993, yang merupakan anak dari pasangan Bapak Amiran dan Ibu Erni Yulifah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Menyelesaikan pendidikannya di SDN Campurejo II Kediri (2000-2006), SMP Negeri 1 Kediri (2006-2009), SMA Negeri 7 Kediri (2009-2012), dikarenakan ayah penulis dulunya sering membongkar dan memperbaiki alat-

alat teknik, membuat penulis melanjutkan perkuliahan di D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2012-2016). Semasa berkuliah di ITS, penulis aktif ikut organisasi Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Elektro periode 2013-2014 dan juga aktif menjadi panitia-panitia dalam kegiatan yang ada di Kampus, salah satunya menjadi *Steering Commitee* pada acara *Industrial Automation and Robotic Competition* 2013 dan 2014. Karena tuntutan orang tua mengharuskan anaknya menjadi sarjana maka penulis melanjutkan jenjang perkuliahannya di program Lintas Jalur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Fakultas Teknologi Elektro dengan Jurusan Elektro pada Bidang Studi Elektronika (2016-2019). Semasa kuliah lintas jalur, penulis mendapatkan beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) 2018. Penulis juga bagian anggota dari Laboratorium Elektronika Industri dan mengambil topik tugas akhir di lab tersebut. Semasa Kuliah pada jenjang Diploma maupun jenjang Sarjana penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT Conductorjasa Suryapersada Surabaya Jawa Timur dan juga PT Kaltim Prima Coal Kutai Timur Kalimantan Timur.

E-Mail : Rikho.Abadi12@mhs.ee.its.ac.id

Hp/WA : 087752322226

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----